

NCE/19/1900190 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade De Coimbra

1.1.a. Outra(s) Instituição(ões) de Ensino Superior (proposta em associação):

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UC)

1.2.a. Outra(s) unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação):

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Mestrado em Biologia Computacional

1.3. Study programme:

Master in Computational Biology

1.4. Grau:

Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Biologia

1.5. Main scientific area of the study programme:

Biology

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):

421

1.6.2 Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:

481

1.6.3 Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:

461

1.7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:

120

1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto):

4 semestres

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 65/2018, of August 16th):

4 semesters

1.9. Número máximo de admissões:

20

1.10. Condições específicas de ingresso.

Primeiro ciclo em Biologia, Bioquímica, Biologia Celular e Molecular, Química, Química Medicinal, Matemática, Matemática Aplicada, Física, Engenharia Física, Física Tecnológica, Física Aplicada, Engenharia Biomédica, Ciências Farmacêuticas, Ciências da Computação, Engenharia Informática, Engenharia Eletrotécnica e de Computadores ou áreas afins, ou licenciatura préBolonha numa destas áreas, ou ser detentor de um currículo escolar, científico ou profissional que a coordenação do curso reconheça como suficiente para atestar a capacidade para a realização deste ciclo de estudos.

1.10. Specific entry requirements.

First cycle in Biology, Biochemistry, Cellular and Molecular Biology, Chemistry, Medical Chemistry, Mathematics, Applied Mathematics, Physics, Physical Engineering, Technological Physics, Applied Physics, Biomedical Engineering, Pharmaceutical Sciences, Computer Science, Informatics Engineering, Electrotechnical and Computational Engineering or in similar fields, or preBologna degree in one of these areas, or to hold a teaching, scientific or professional curriculum that the Program Coordination recognises as sufficient to attest the ability to complete this cycle of studies.

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

1.11.1. If other, specify:

<no answer>

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Faculty of Sciences and Technology of the University of Coimbra

1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):

[1.13_Regulamento_Creditacao_Formacao_Anterior_Experiencia_Profissional_UC.pdf](#)

1.14. Observações:

O Mestrado em Biologia Computacional (MBC), envolvendo 5 departamentos da FCTUC, tem intrinsecamente um carácter interdisciplinar. Consequentemente irá

atrair alunos com diferentes formações de base: desde biólogos, bioquímicos, até físicos e matemáticos. O MBC está desenhado de modo ao primeiro semestre dar uma introdução à área de Biologia Computacional adequada ao respectivo perfil do aluno. Deste modo, para além de 18 ECTS de unidades curriculares (UCs) obrigatórias a todos os alunos (UCs estas sobre bioinformática, sobre métodos quantitativos para análise de dados em biologia e sobre genómica, proteómica e metabolómica), existem neste semestre 12 ECTS de UCs opcionais de modo a complementar a sua formação de base. Cabe ao coordenador autorizar ou não as opções escolhidas pelos alunos, de modo a garantir um percurso coerente e adaptado ao perfil do aluno. As UCs obrigatórias do segundo semestre (com 24 ECTS) têm como objetivo dar ao aluno uma visão abrangente das várias vertentes da Biologia Computacional. Na totalidade do curso, das muitas disciplinas opcionais oferecidas, o aluno pode usar 18 ECTS (correspondentes a uma UC opcional no segundo semestre e duas no terceiro semestre) para melhor se especializar na área de Biologia Computacional do seu interesse. No quarto semestre o MBC conta com uma disciplina de Escrita Científica (4 ECTS) que versa sobre as regras da escrita científica e permite o desenvolvimento de competências para a pesquisa, seleção, organização e análise crítica de informação científica. Durante o segundo ano o aluno deverá realizar uma dissertação original (44 ECTS), resultado de um trabalho de investigação. A dissertação (que poderá ser em ambiente empresarial) deverá refletir a formação especializada obtida neste Mestrado e ser orientada para um tema de investigação científica ou tecnológica na área da Biologia Computacional.

As principais saídas profissionais são investigação e serviços em ambiente empresarial ou académico nas áreas de biotecnologia e biomedicina. Existem já a nível nacional, e em particular no eixo Coimbra-Cantanhede, múltiplas empresas (por exemplo, Coimbra Genomics, BSIM Therapeutics, Ophiomics, SilicoLife) e serviços (por exemplo GenoInseq) que têm a biologia computacional como eixo central da sua atividade. Além disso, a biologia computacional tem uma importância crescente na medicina personalizada e no diagnóstico clínico avançado, que motivam uma crescente procura por profissionais com esta formação no setor da saúde. Também na investigação em biomedicina e biotecnologia realizada nos centros de investigação nacionais a biologia computacional tem vindo a ganhar importância crescente. A actual escassez de recursos humanos na área de Biologia Computacional é já uma limitação reconhecida ao desenvolvimento destas empresas e instituições.

1.14. Observations:

The MSc in Computational Biology (MBC), involving 5 departments of the FCTUC, has intrinsically an interdisciplinary character. Consequently it will attract students with different backgrounds: biologists, biochemists, physicists and mathematicians. The MBC is designed so as to give an introduction to the area of Computational Biology in the first semester appropriate to the respective student background. Thus, in addition to 18 ECTS of curricular units (UCs) required for all students (UCs on bioinformatics, quantitative methods for data analysis in biology and on genomics, proteomics and metabolomics), there are 12 ECTS of optional UCs in this semester in order to complement their basic training. It is up to the coordinator of the MBC to authorise or not the options chosen by the students, in order to guarantee a coherent and adapted course to the profile of the student. The compulsory UCs of the second semester (with 24 ECTS) aim to give the student a comprehensive view of the various aspects of Computational Biology. Throughout the course, of the many optional disciplines offered, the students can use 18 ECTS (corresponding to an optional UC in the second semester and two in the third semester) to better specialise in the area of Computational Biology that interests them. In the fourth semester MBC has a course on Scientific Writing (4 ECTS) that deals with the rules of scientific writing and allows the development of competences for research, selection, organisation and critical analysis of scientific information. During the second year the student should carry out an original dissertation (44 ECTS), as the result of a research work. The dissertation (which may be in a business environment) should reflect the specialised training obtained in this Ms.C. and be oriented to a scientific or technological research topic in the area of Computational Biology.

The main professional goals are research and services in business or academic environment in the areas of biotechnology and biomedicine. At the national level, and in particular in the Coimbra-Cantanhede axis, there are already several companies (eg. Coimbra Genomics, BSIM Therapeutics, Ophiomics, SilicoLife) and services (eg., GenoInseq) that have computational biology as the central axis of their activity. In addition, computational biology has a central and growing importance in personalised medicine and in advanced clinical diagnosis, which motivate a growing demand for professionals with this training in the health sector. Computational biology is also gaining increasing importance in biomedicine and biotechnology research that is carried out in national and local research centres. The current shortage of human resources in the field of computational biology is already recognised as a critical limitation to the development of these companies and institutions.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho Científico Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Ata_FCTUC.cient.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Ata_FCTUC.ped.pdf](#)

Mapa I - Comissão científica do Departamento de Ciências da Vida

2.1.1. Órgão ouvido:

Comissão científica do Departamento de Ciências da Vida

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Ata_DCV-extr.pdf](#)

Mapa I - Comissão científica do Departamento de Engenharia Informática

2.1.1. Órgão ouvido:

Comissão científica do Departamento de Engenharia Informática

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Ata_DEI.pdf](#)

Mapa I - Comissão científica do Departamento de Matemática

2.1.1. Órgão ouvido:

Comissão científica do Departamento de Matemática

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Ata_DM_blk.pdf](#)

Mapa I - Comissão científica do Departamento de Física

2.1.1. Órgão ouvido:

Comissão científica do Departamento de Física

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Ata_DF.pdf](#)

Mapa I - Comissão científica do Departamento de Química

2.1.1. Órgão ouvido:

Comissão científica do Departamento de Química

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Ata_DQ.pdf](#)

Mapa I - Reitoria da Universidade de Coimbra

2.1.1. Órgão ouvido:

Reitoria da Universidade de Coimbra

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Despacho.pdf](#)

3. Âmbito e objetivos do ciclo de estudos. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da instituição

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

A presente proposta pretende responder às necessidades de formação académica específicas requeridas aos estudantes que pretendam ingressar na área da Biologia Computacional como profissionais qualificados.

Este programa de estudos de segundo ciclo pretende dotar os alunos de uma visão abrangente e integrada dos tópicos científicos, tecnológicos, técnicos e éticos associados à Biologia Computacional.

Após conclusão do grau o estudante deve (i) demonstrar um bom conhecimento de biologia fundamental, (ii) estar familiarizado com as principais fontes de dados biológicos e biomoleculares, (iii) dominar as principais linguagens de programação e ferramentas de análise utilizadas em Biologia Computacional, e (iv) demonstrar sólidas aptidões para a modelação de sistemas e análise de dados biológicos e biomoleculares, tanto num contexto de investigação fundamental como de aplicação biomédica e biotecnológica.

3.1. The study programme's generic objectives:

The present proposal seeks to address the specific academic training needs required of students who wish to enter the field of Computational Biology as qualified professionals.

This program of second cycle studies aims to provide students with a comprehensive and integrated view of the scientific, technological, technical and ethical topics associated with Computational Biology.

After completion of the degree the student should (i) have a good knowledge of fundamental biology, (ii) be familiar with the main sources of biological and biomolecular data, (iii) master the main programming languages and analysis tools used in Computational Biology, and (iv) demonstrate solid aptitudes for modelling biological and biomolecular systems and for the analysis of biological and biomolecular data, in a context of fundamental research as well as of biomedical and biotechnological application.

3.2. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes:

Os objetivos formativos incluem a aquisição de um robusto conhecimento científico e técnico e elevadas competências em na aplicação dos métodos e técnicas da Biologia Computacional à investigação biológica e à biotecnologia. Em particular o estudante deste mestrado irá ser capaz de utilizar e desenvolver ferramentas computacionais para o estudo de grandes quantidades de dados biológicos (ex: provenientes de estudos genómicos ou proteómicos), utilizar ferramentas de modelação de sistemas em biologia estrutural no desenvolvimento de novos fármacos ou na dinâmica de biomoléculas, desenvolver modelos matemáticos e computacionais para simular sistemas biológicos e o desenvolvimento de patologias, tanto a nível intra-celular como ao nível do tecido, e estar atualizado quanto ao estado da arte da Biologia Computacional. Deste modo o estudante poderá apoiar o desenvolvimento científico-tecnológico no contexto da

biologia e/ou da biotecnologia tanto em ambiente do laboratório como empresarial.

3.2. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be developed by the students:

The training objectives of this Master include the acquisition of a robust scientific and technical knowledge associated to the application of the methods and techniques of Computational Biology to areas of biological research and biotechnology. In particular, after this master the student will be able to use and develop computational tools in the study of large samples of biological data (e.g. genomic or proteomic data), to use computational tools for modelling structural biology systems capable to support new drug development and the research of biomolecule dynamics, to develop new computational and mathematical models capable of simulating biological systems and the development of pathologies both at intracellular and tissue levels, and to know the current state-of-the-art of Computational Biology. These skills will allow the student to support the scientific and technological development in the context of biology and/or biotechnology both in academic and business environments.

3.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa, face à missão institucional e, designadamente, ao projeto educativo, científico e cultural da instituição:

A missão da Universidade de Coimbra passa por criar, transmitir e difundir cultura, ciência e tecnologia que, através da investigação, do ensino e da prestação de serviços à comunidade, contribui para o desenvolvimento económico e social. Nesta perspetiva, um ensino de excelência, que eduque uma nova geração de profissionais capaz de lidar com os desafios da sociedade em rápida mudança, tem um papel central na estratégia da UC.

O MBC vem colmatar a corrente oferta formativa da UC na área da Biologia Computacional. Apontando a uma necessidade premente a nível Europeu de falta destes profissionais, graças ao perfil de formação abrangente único no contexto nacional, o curso terá a capacidade de atrair os melhores alunos do país, sendo também bastante atrativo para alunos internacionais. Os profissionais formados no MBC trabalharão em áreas de especialização (saúde, doenças associadas ao envelhecimento, descoberta de novos fármacos) identificadas como estratégicas tanto para a UC como para a Região Centro, contribuindo para um impacto muito positivo ao nível do tecido empresarial e de conhecimento regional.

O MBC está perfeitamente alinhado com a estratégia para o ensino e para a investigação da UC. É estratégia da UC oferecer formação académica em áreas com futuro e de excelência. A Biologia Computacional está na base da melhor compreensão do funcionamento de sistemas biológicos, na análise de novos dados proteómicos e genómicos, no desenvolvimento de novos fármacos e de novas terapias, e na base da medicina personalizada. É uma área de especialização essencial hoje em dia tanto na investigação, como na criação de novas soluções no sistema empresarial relacionado com a biotecnologia.

O corpo docente do MBC desenvolve investigação na área de Biologia Computacional. Esta plataforma de investigação interdisciplinar de excelência, contemplando a previsão computacional da estrutura de novos fármacos e o estudo de mecanismos de doenças relacionadas com o envelhecimento, está completamente integrada nos eixos principais da estratégia de investigação e de investimento delineada para a UC.

O MBC é um curso de especialização abrangente, focado numa necessidade premente da sociedade. Deste modo, de acordo com a estratégia da UC, o MBC terá (i) a capacidade de captar os melhores estudantes nacionais e internacionais, (ii) aumentará a atratividade da universidade, fomentando melhores condições de aprendizagem, (iii) antecipa a formação numa área de futuro e (iv) prepara os estudantes para a sua entrada no mercado de trabalho, sendo adequado às necessidades envolventes.

O MBC está intimamente ligado com a investigação de excelência que tem lugar na UC. Assim, de acordo com as linhas estratégicas da UC, no seu percurso académico os estudantes terão a possibilidade de ganhar competências que lhes darão os necessários instrumentos para participar na geração de ideias inovadoras na criação de startups na área da biologia quantitativa e da biotecnologia.

3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:

The mission of the University of Coimbra is to create, transmit and disseminate culture, science and technology that, through research, teaching and community service, contributes to economic and social development. In this perspective, the promotion of excellence in teaching educating a new generation of professionals capable of dealing with the challenges of a rapidly changing society plays a central role in the UC strategy.

The MBC comes to complete the current offer of UC in the area of Computational Biology. Aiming at the pressing European-wide need for these professionals,

and thanks to the unique comprehensive training profile in the national context, this course will have the capacity to attract the best students in the country being also quite attractive for international students. MBC professionals will work in areas of specialisation (health, ageing diseases, discovery of new drugs) identified as strategic for both the UC and the Centro Region, contributing to a very positive impact at the level of the business and knowledge regional environment.

MBC is perfectly aligned with UC's strategy for teaching and research. It is UC's strategy to offer academic training in areas with future and excellence. Computational Biology is based on a better understanding of the functioning of biological systems, the analysis of new proteomic and genomic data, the development of new drugs and new therapies, and the basis of personalized medicine. It is undoubtedly an essential area of expertise nowadays both in research and in the creation of new quantitative solutions in the business system related to biotechnology.

The lecturers associated with the MBC develop research in the area of Computational Biology. This team performs interdisciplinary research of excellence, encompassing the computational prediction of the structure of new drugs and the study of mechanisms of diseases related to aging, fully integrated along the main lines of the research and investment strategy outlined for the UC.

MBC is a comprehensive course of specialisation focused on an urgent need of society. Thus, according to UC's strategy, MBC will have (i) the ability to attract the best national and international students, (ii) increase university attractiveness, fostering better learning conditions, (iii) anticipate training in a area of the future and (iv) prepares students for their entry into the working market, being appropriate to the surrounding needs.

MBC is closely linked with the excellence research that takes place in UC, allowing close participation of students in research activities. Likewise, and according to the strategic lines of the UC, in their academic course students will have the possibility to gain competences that will give them the necessary instruments to participate in the development of innovative ideas and in the creation of startups in the area of quantitative biology and of biotechnology.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation (if applicable)

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura:

Biologia Computacional

Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:

Computational Biology

4.2. Estrutura curricular (a repetir para cada um dos percursos alternativos)

Mapa II - Biologia Computacional

4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

Biologia Computacional

4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

Computational Biology

4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

| Área Científica / Scientific Area | Sigla / Acronym | ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS | ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS* | Observações / Observations |
|--|-----------------|------------------------------------|--|----------------------------|
| Biologia Computacional / Computational Biology | BCOMP | 68 | 0 | |
| Informática / Informatics | INF | 12 | 0 | opt: 0 to 30 ECTS |
| Química / Chemistry | QUI | 6 | 0 | opt: 0 to 18 ECTS |
| Biologia Celular / Cell Biology | BIOL | 0 | 0 | opt: 0 to 30 ECTS |
| Matemática / Mathematics | MAT | 0 | 0 | opt: 0 to 30 ECTS |
| Métodos Numéricos / Numerical Methods | MNUM | 0 | 0 | opt: 0 to 18 ECTS |
| Bioquímica / Biochemistry | BIOQ | 0 | 0 | opt: 0 to 12 ECTS |
| Gestão Científica / Scientific Management | GC | 4 | 0 | |
| Gestão / Management | G | 0 | 0 | opt: 0 to 6 ECTS |
| (9 Items) | | 90 | 0 | |

4.3 Plano de estudos**Mapa III - Biologia Computacional - Ano 1, semestre 1 / 1st year, 1st semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):*****Biologia Computacional*****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):*****Computational Biology*****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*****Ano 1, semestre 1 / 1st year, 1st semester*****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

| Unidade Curricular / Curricular Unit | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5) |
|---|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Bioinformática / Bioinformatics | INF | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30 | 6 | |
| Análise de Dados Biológicos / Biological Big Data Analytics | BCOMP | Semestral | 162 | TP – 60 | 6 | |
| OMICAs Aplicadas / Applied OMICs | BCOMP | Semestral | 162 | TP – 60 | 6 | |
| Biologia Molecular e Celular / Cellular and Molecular Biology | BIOL | Semestral | 162 | T – 28; PL – 42 | 6 | Opcional |
| Complementos de Análise Matemática / Complements of Mathematical Analysis | MAT | Semestral | 162 | T – 45; PL – 30 | 6 | Opcional |
| Bioquímica / Biochemistry | BIOQ | Semestral | 162 | T – 42; TP – 14; O – 4 | 6 | Opcional |

| | | | | | | |
|---|------|-----------|-----|-------------------------------|---|----------|
| Métodos Computacionais em Biologia / Computational Methods in Biology | MNUM | Semestral | 162 | T – 28; TP – 42 | 6 | Opcional |
| Princípios de Fisiologia Humana / Principles of Human Physiology | BIOL | Semestral | 162 | T – 30; TP – 30; S – 4; O – 5 | 6 | Opcional |
| Computação Paralela / Parallel Computing | MNUM | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30 | 6 | Opcional |
| Inovação e Empreendedorismo Tecnológico / Innovation and Technological Entrepreneurship | G | Semestral | 162 | TP – 30; S – 30 | 6 | Opcional |
| Métodos Matemáticos da Física e Biologia / Mathematical Methods of Physics and Biology | MAT | Semestral | 162 | TP – 56 | 6 | Opcional |
| Teoria de Jogos / Game Theory | MAT | Semestral | 162 | TP – 56 | 6 | Opcional |
| Amostragem e Sondagens / Sampling and Surveys | MAT | Semestral | 162 | TP – 56 | 6 | Opcional |
| Processos e Cálculo Estocástico / Stochastic Processes and Calculus | MAT | Semestral | 162 | TP – 56 | 6 | Opcional |
| Inteligência Artificial / Artificial Intelligence | INF | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30; O – 2 | 6 | Opcional |
| Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde / Clinical Informatics and Tele-Health Systems | INF | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30; O – 2 | 6 | Opcional |
| Quimiometria / Chemiometry | QUI | Semestral | 162 | T – 30; TP – 15 | 6 | Opcional |
| Termodinâmica e Cinética Químicas / Chemical Thermodynamics and Kinetics | QUI | Semestral | 162 | T – 30; TP – 15 | 6 | Opcional |
| Métodos Heurísticos / Heuristic Methods | INF | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30 | 6 | Opcional |

(19 Items)

Mapa III - Biologia Computacional - Ano 1, semestre 2 / 1st year, 2nd semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

Biologia Computacional

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

Computational Biology

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

Ano 1, semestre 2 / 1st year, 2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

| Unidade Curricular / Curricular Unit | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5) |
|--|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Modelação Quantitativa em Biologia / Quantitative Modelling in Biology | BCOMP | semestral | 162 | T – 30; TP – 30 | 6 | |
| Biologia de Sistemas Molecular / Molecular Systems Biology | BCOMP | semestral | 162 | T – 20; PL – 40 | 6 | |
| Descoberta Computacional de Fármacos / Computational Drug Discovery | QUI | semestral | 162 | T – 30; TP – 15, S – 5 | 6 | |

| | | | | | | |
|--|------|-----------|-----|-------------------------|---|----------|
| Aprendizagem Computacional em Biologia / Machine Learning in Biology | INF | semestral | 162 | T – 30; TP – 30 | 6 | |
| Introdução ao Metabolismo / Introduction to Metabolism | BIOL | semestral | 162 | T – 28; PL – 30; TP – 6 | 6 | Opcional |
| Enzimologia / Enzymology | BIOQ | Semestral | 162 | T – 30; TP – 30 | 6 | Opcional |
| Métodos Numéricos para Equações com Derivadas Parciais / Numerical Methods for Partial Derivatives Equations | MNUM | Semestral | 162 | TP – 56 | 6 | Opcional |
| Visualização Computacional / Computational Visualisation | INF | Semestral | 162 | TP – 56 | 6 | Opcional |
| Otimização Numérica / Numerical Optimisation | MAT | Semestral | 162 | TP – 56 | 6 | Opcional |
| Algoritmos de Diagnóstico e Autoregulação / Algorithms for Diagnostics and Auto-regulation | INF | Semestral | 162 | T – 30; TP – 40; OT – 5 | 6 | Opcional |
| Computação Evolucionária / Evolutionary Computation | INF | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30; O – 2 | 6 | Opcional |
| Sistemas Complexos / Complex Systems | INF | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30; O – 2 | 6 | Opcional |
| Simulação / Simulation | INF | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30 | 6 | Opcional |
| Modelação e Simulação / Modelling and Simulation | QUI | Semestral | 162 | T – 15; TP – 45 | 6 | Opcional |

(14 Items)**Mapa III - Biologia Computacional - Ano 2, semestre 1 / 2nd year, 1st semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):*****Biologia Computacional*****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):*****Computational Biology*****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*****Ano 2, semestre 1 / 2nd year, 1st semester*****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

| Unidade Curricular / Curricular Unit | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5) |
|---|--|-------------------------------|---|---|-------------|---------------------------------------|
| Dissertação | BCOMP | Anual | 486 | O - 121.5 | 18 | |
| Princípios de Fisiologia Humana / Principles of Human Physiology | BIOL | Semestral | 162 | T – 30; TP – 30; S – 4; O – 5 | 6 | Opcional |
| Circuitos Neurais e Comportamento / Neuronal Circuits and Behaviour | BIOL | Semestral | 162 | T – 30; TP – 20 | 6 | Opcional |
| Biologia da Reprodução / Biology of Reproduction | BIOL | Semestral | 162 | T–20; PL – 15; TP – 20; OT – 10 | 6 | Opcional |
| Neurobiologia Celular e Molecular / Cellular and Molecular Biology | BIOL | Semestral | 162 | T – 32; TP – 22 | 6 | Opcional |
| Toxicidade e Doença / Toxicity and Disease | BIOL | Semestral | 162 | T–20; PL – 25; TP – 20; OT – 3 | 6 | Opcional |

| | | | | | | |
|---|------|-----------|-----|-------------------------|---|----------|
| Regulação Celular / Cellular Regulation | BIOL | Semestral | 162 | T – 30; PL – 44; TP – 7 | 6 | Opcional |
| RMN Biomédico e Imagiologia Molecular / Biomedical MRI and Molecular Imaging | BIOL | Semestral | 162 | T – 40; PL – 10; S – 9 | 6 | Opcional |
| Biotecnologia Molecular / Molecular Biotechnology | BIOL | Semestral | 162 | T – 30; TP – 5; PL – 20 | 6 | Opcional |
| Computação Paralela / Parallel Computing | MNUM | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30 | 6 | Opcional |
| Inovação e Empreendedorismo Tecnológico / Innovation and Technological Entrepreneurship | G | Semestral | 162 | TP – 30; S – 30 | 6 | Opcional |
| Métodos Matemáticos da Física e Biologia / Mathematical Methods of Physics and Biology | MAT | Semestral | 162 | TP – 56 | 6 | Opcional |
| Teoria de Jogos / Game Theory | MAT | Semestral | 162 | TP – 56 | 6 | Opcional |
| Amostragem e Sondagens / Sampling and Surveys | MAT | Semestral | 162 | TP – 56 | 6 | Opcional |
| Processos e Cálculo Estocástico / Stochastic Processes and Calculus | MAT | Semestral | 162 | TP – 56 | 6 | Opcional |
| Inteligência Artificial / Artificial Intelligence | INF | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30; O – 2 | 6 | Opcional |
| Informática Médica / Medical Informatics | INF | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30; O – 2 | 6 | Opcional |
| Quimiometria / Chemiometry | QUI | Semestral | 162 | T – 30; TP – 15 | 6 | Opcional |
| Termodinâmica e Cinética Químicas / Chemical Thermodynamics and Kinetics | QUI | Semestral | 162 | T – 30; TP – 15 | 6 | Opcional |
| Métodos Heurísticos / Heuristic Methods | INF | Semestral | 162 | T – 30; PL – 30 | 6 | Opcional |

(20 Items)

Mapa III - Biologia Computacional - Ano 2, semestre 2 / 2nd year, 2nd semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

Biologia Computacional

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

Computational Biology

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

Ano 2, semestre 2 / 2nd year, 2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

| Unidade Curricular / Curricular Unit | Área Científica / Scientific Area (1) | Duração / Duration (2) | Horas Trabalho / Working Hours (3) | Horas Contacto / Contact Hours (4) | ECTS | Observações / Observations (5) |
|---|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|
| Dissertação / Dissertation | BCOMP | Anual | 702 | O – 175.5 | 26 | |
| Escrita Científica / Scientific Writing | GC | Semestral | 108 | T – 3; TP – 6; OT – 15 | 4 | |

(2 Items)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Modelação Quantitativa em Biologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelação Quantitativa em Biologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Quantitative Modeling in Biology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BCOMP

4.4.1.3. Duração:

semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 30; TP - 30

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Rui Davide Martins Travasso (60 h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Conhecer o "state of the art" em Modelação Biológica.

- Preparar o aluno para a investigação em física biológica: fomentar o espírito de investigação e a capacidade de trabalhar em equipa

- Preparar o aluno para analisar computacionalmente e matematicamente sistemas biológicos de uma forma qualitativa e quantitativa.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Know the "state of the art" in Biological Modeling.

- *To prepare the student for research in biological physics: foster the student's motivation for research and the ability to work as a team*
- *Prepare the student to analyze biological systems in a qualitative and quantitative way using computational and mathematical models.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Ruído em sistemas biológicos:

- *Descrição de sistemas de regulação genética*
- *Processos de Markov, equação mestra*
- *Processos estocásticos, equação de Langevin, aplicações*

Quimiotaxis e movimento celular:

- *Escoamentos a baixo número de Reynolds*
- *Estratégias usadas por células para se deslocarem*
- *Modelação de movimentos amebóide e mesenquimal*
- *Advecção em oposição a difusão, difusão não linear na célula*

Modelos de crescimento tumoral

- *Usos de modelos de Cellular Potts na modelação de carcinomas*
- *Modelos de Phase-field*

Dinâmica de tecidos vivos:

- *Elasticidade não linear: Materiais elásticos de Cauchy e de Green. Hiperelasticidade.*
- *Tensões residuais em sistemas biológicos. Elasticidade do material na presença de fibras.*
- *Materiais viscoelásticos: Modelos microscópicos de viscoelasticidade. Relações constitutivas de materiais viscoelásticos. Dinâmica de materiais viscoelásticos. Aplicações à biologia.*

4.4.5. Syllabus:

Noise in biological systems:

- *Description of fluctuations in genetic regulatory networks*
- *Markov processes, master equation*
- *Stochastic processes, Langevin equation, applications*

Chemotaxis and cell movement:

- *Flows with low Reynolds number*
- *Strategies used by cells to move*
- *Modeling of amoeboid and mesenchymal movements*
- *Advection as opposed to diffusion, non-linear diffusion in the cell*

Modeling tumor growth

- *Use of Cellular Potts models*
- *Phase-field models in Biology*

Dynamics of living tissues:

- *Non-linear elasticity: Cauchy and Green elastic materials. Hyperelasticity.*
- *Residual stresses in biological systems. Elasticity of the tissue in the presence of fibers.*
- *Viscoelastic materials: Microscopic models of viscoelasticity. Constitutive relations for viscoelastic materials. Dynamics of viscoelastic materials. Applications to biology.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos abordam as matérias básicas para compreender o "estado da arte" de modelos computacionais de processos dinâmicos em células e tecidos. A aprendizagem deste temas permitirá ao aluno analisar melhor a literatura de um ponto de vista crítico e prepará-lo para conseguir desenvolver modelos quantitativos de processos dinâmicos em sistemas biológicos. As respetivas técnicas de modelação computacional serão também introduzidas nas aulas práticas ao longo do semestre, permitindo assim ao aluno desenvolver capacidades de programação específicas no contexto da modelação biológica.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus addresses the basic topics required to understand the "state of the art" of computational modelling of dynamic processes in cells and tissues. The learning of these topics will allow the student to better analyse the literature from a critical point of view, and to prepare him to develop quantitative models of dynamic processes in biological systems. The respective computational modelling techniques will also be introduced in the practical classes throughout the semester, thus allowing the student to develop the specific programming capabilities in the context of biological modelling.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas: Ensino expositivo com referências constantes aos sistemas biológicos cuja descrição se enquadra nos tópicos apresentados. Encoraja-se a discussão de outros tópicos relevantes à disciplina e que sejam alvo de investigação activa na comunidade.

Aulas práticas: Resolução de exercícios, discussão e apresentação pelos alunos de artigos relevantes. Fomenta-se nos alunos o espírito de investigação, a capacidade de trabalhar em equipa e de desenvolvimento de um modelo teórico e computacional que descreva fenómenos biológicos.

Avaliação: exame 60%, trabalho de investigação 40%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes: Expositive lecturing with constant references to biological systems whose description fits the topics presented. It encourages the discussion of other topics relevant to the discipline and that are target of active research in the community.

Practical classes: Resolution of exercises, discussion and presentation by students of relevant articles. Students are encouraged to have a research frame of mind, and to work as a team to develop a theoretical and computational model that describes biological phenomena.

Assessment: exam 60%, research work 40%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino partem do conhecimento adquirido nas aulas teóricas dos modelos físicos e matemáticos que são aplicados à biologia, para a aplicação em contexto de investigação desses mesmos conhecimentos. Os alunos nas aulas práticas são postos em contacto com trabalhos realizados nos últimos anos, e incentivados a desenvolver modelos computacionais de um sistema biológico.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies in the theoretical classes promote the acquired knowledge of the physical and mathematical models that are currently applied to biology, and the application in the research context of this same knowledge. In the practical classes the students are put in contact with works carried out in recent years, and are encouraged to develop computational models of a biological system.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*R.W. Ogden, *Nonlinear elastic deformations*, Dover (1997)*

*R.G. Larson, *The structure and rheology of complex fluids*, Oxford University Press (1999)*

*M. Eisenbach et al, *Chemotaxis*, Imperial College Press (2004)*

*N.G. van Kampen, *Stochastic processes in physics and chemistry*, North-Holland (1981)*

G Forgacs, Biological Physics of the Developing Embryo, Cambridge University Press (2005)

R Phillips et al, Physical Biology of the Cell, CRC Press (2012)

JD Murray, Mathematical Biology, Springer (2007)

Milo, Phillips, Cell Biology by the Numbers, Garland Science (2012)

Avner Friedman, Chiu-Yen Kao, Mathematical Modeling of Biological Processes (2014)

Mapa IV - Modelação e Simulação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelação e Simulação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Modeling and Simulation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

4.4.1.3. Duração:

1 semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T – 15; TP – 45

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Unidade curricular opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional curricular unit

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Jorge Manuel Campos Marques (42 h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Paulo Eduardo Martins de Castro Neves de Abreu (18 h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Preende-se que o estudante adquira um conhecimento abrangente na área da modelação e simulação moleculares, tanto ao nível dos conceitos como da sua aplicação prática a problemas de química. Especificamente, deverá desenvolver competências em técnicas fundamentais para o cálculo de propriedades moleculares e no estudo computacional de sistemas complexos. Neste contexto destacam-se os cálculos de estrutura eletrónica, algoritmos de otimização, simulações de dinâmica molecular e Monte Carlo. O estudante deverá ter a capacidade de escolher o método adequado à resolução de um problema concreto, bem como adquirir competências no manuseamento das diversas ferramentas computacionais que poderão ser usadas em cada caso

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

It is intended that the student acquires a comprehensive knowledge in the area of molecular modeling and simulation, both in terms of concepts and their practical application to problems in chemistry. Specifically, student should develop skills in fundamental techniques for calculating molecular properties and in the computational study of complex systems. In this context, we highlight the electronic structure calculations, optimization algorithms, molecular dynamics simulations and Monte Carlo. The student should have the ability to choose the appropriate method to solve a specific problem, as well as acquire skills in handling the various computational tools that can be used in each case.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 Revisões de Química Computacional**
 - 1.1 Cálculos ab initio, DFT, semiempíricos**
 - 1.2 Mecânica Molecular, Dinâmica Molecular**
 - 1.3 Técnicas de Monte Carlo**
- 2 Superfícies de energia potencial e análise conformacional**
 - 2.1 Métodos de minimização de energia e computação evolucionária**
 - 2.2 Métodos de busca conformacional**
 - 2.3 Caracterização de pontos de estacionaridade e coord. reacionais**
 - 2.4 Cálculo de caminhos de reacção e estados de transição**
- 3 Cálculo de calores de reacção e outras prop. termodinâmicas**
 - 3.1 Entalpias de formação. Reacções isodésmicas**
 - 3.3 Energia do ponto 0, capacidades caloríficas, entalpias, energias livres**
 - 3.4 Propriedades ácido-base: afinidades protónicas, pKa**
- 4 Cálculo de propr. espectroscópicas**
 - 4.1 Espetros electrónicos. Potenciais de ionização**
 - 4.2 Espetros RMN**
 - 4.3 Espetros vibracionais. Fatores de escala**
- 5 Modelação de fases condensadas**
 - 5.1 Modelos de continuum polarizável**
 - 5.2 Métodos híbridos QM/MM, ONIOM**
- 6 Análise da performance de diferentes métodos**
- 7 Projetos**

4.4.5. Syllabus:

- 1. Computational Chem. Reviews**
 - 1.1. Ab initio, DFT and Semiempirical Calculations**
 - 1.2. Molecular Mechanics and Molecular Dynamics**
 - 1.3. Monte Carlo Techniques**
- 2. Potential energy surfaces and conformational analysis**
 - 2.1. Energy minimization methods. Evolutionary computation**
 - 2.2. Systematic methods of conformational search**
 - 2.3. Characterization of stationary points and reaction coordinates**
 - 2.4. Calculation of reaction paths and transition states**

3. Calculation of reaction heat and other thermodynamic properties**3.1. Enthalpies of formation. Isodetic reactions.****3.3. Ground zero energy, calorific capacities, enthalpies and free energies****3.4. Acid-base properties: proton affinities, pKa****4. Calculation of spectroscopic properties****4.1. Electronic spectra. Ionization potentials****4.2. NMR spectra****4.3. Vibrational spectra. Scale factors****5. Condensed phase modeling****5.1. Polarizable continuum models****5.2. Hybrid methods QM/MM. The ONIOM method****6. Performance analysis of various methods****7. Projects****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

Os conteúdos programáticos desta unidade curricular abordam os principais temas de modelação e simulação em química, o que permitirá adquirir conhecimento abrangente nesta área. São abordadas as principais técnicas a utilizar para o cálculo de propriedades moleculares e para o estudo computacional de sistemas complexos. Serão usadas pelos alunos diversas ferramentas computacionais para cálculos de estrutura eletrónica, otimização de estruturas químicas, e simulações de dinâmica molecular e de Monte Carlo.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus of this course covers the main themes of modeling and simulation in chemistry, which will allow to acquire comprehensive knowledge in this area. The main techniques to be used for the calculation of molecular properties and for the computational study of complex systems are presented and discussed. Students will use various computational tools for electronic structure calculations, optimization of chemical structures, and molecular dynamics and Monte Carlo simulations.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas, teórico-práticas / demonstrações/aulas laboratoriais
Avaliação por exame (70%) e projetos (30%).*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*Lectures, problem solving classes /laboratorial demonstrations.
Student assessments by Exam (70%) and Projects (30%)*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas de exposição por parte dos Professores, com apresentação e discussão de conceitos, são complementadas com aulas de resolução de problemas e demonstrações práticas que permitem consolidar conhecimentos. Esta abordagem permite atingir os objetivos da disciplina

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The lectures given by the Professors, with presentation and detailed discussion of concepts, are complemented with the resolution of numerical problems and practical demonstrations that enable the student to consolidate the acquired knowledge. This approach allows achieving the objectives of the course

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, 3rd Edition, Wiley (2017).

T. Schlick, Molecular Modeling and Simulation: An Interdisciplinary Guide, Springer (2010).

I. Levine, Quantum Chemistry, Prentice (2009).

R. Leach, Molecular Modeling. Principles and Applications, 2nd ed., Pearson (2001);

D. C. Rapaport, The art of molecular dynamics simulation, 2nd ed., Cambridge (2004);

C. J. Cramer, Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models, 2nd Edition, Wiley (2004).

Mapa IV - Quimiometria

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Quimiometria

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemimetry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

4.4.1.3. Duração:

1 semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T – 30; TP – 15

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Unidade curricular opcional

4.4.1.7. Observations:

Optative curricular unit

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Alberto António Caria Canelas Pais (45h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Pretende-se um domínio dos métodos, algoritmos e ferramentas quimiométricas com vista a facultar ao discente conhecimentos para tratamento de dados em sistemas multivariados, em aplicações abrangentes no domínio da química.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Acquire proficiency in methods, algorithms and tools in multivariate analysis, for comprehensive chemical applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 Introdução

Tratamento de dados e tratamento de informação. Da Quimiometria a disciplinas afins noutras ciências

2 Estatística básica (breve revisão)

3 Planeamento experimental

Planeamento factorial simples. Procedimentos de dois níveis. Replicação fracionária. Procedimentos compostos.

4 Métodos de correlação e séries temporais.

Covariância, correlação, regressão. A matriz de covariância. Séries temporais: autocovariância e autocorrelação.

5 Análise de agrupamentos

Distância, métrica, semelhança. Técnicas hierarquizadas, de partilha-otimização e outras

6 Análise de componentes principais e factores

Interpretação. Componentes principais. Aplicações

Análise de factores: determinação e rotação

7 Reconhecimento supervisionado de padrões

Regras de decisão. Análise discriminante linear. O método dos k-vizinhos. Árvores de decisão. “Bagging” e “random forests”

8 Regressão avançada

PCR. PLS. QSAR

9 Redes neuronais

Neurónio, activação, pesos, bias. Algoritmos. Camadas ocultas. Deep learning.

4.4.5. Syllabus:

1 Introduction

Data processing and information handling. Chemometrics & related disciplines

2 Basic Statistics (brief review)

3 Experimental design

Simple factorial design. Two level procedures. Fractional replication. Composite designs

4 Methods of correlation and time series

Covariance, correlation, regression. The covariance matrix. Time series: autocovariance and autocorrelation

5 Cluster analysis

Definition. Distance and similarity. Hierarchical, partitioning-optimization and other techniques

6 Principal component and factor analysis

Interpretation. Principal components. Applications

Analysis of factors: determination and rotation

7 Supervised pattern recognition

Decision rules. Linear discriminant analysis. The method of k-nearest neighbors. Decision trees. Bagging and random forests

8 Advanced regression

PCR, PLS, QSAR

9. Neural networks

The concepts: artificial neurons, activation, weights and bias. Algorithms. Hidden layers and deep learning

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos envolvem o ensino dos fundamentos e utilização de ferramentas matemáticas, estatísticas e computacionais que permitirão aos

alunos dominar a aplicação de ferramentas de quimiometria e da ciência dos dados a problemas abrangentes de química. Os conteúdos programáticos foram definidos em função dos objectivos e competências a serem adquiridos pelos alunos e estão enquadrados dentro dos normalmente apresentados em unidades curriculares equivalentes de outras Universidades Portuguesas e Europeias.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus involves the teaching of fundamentals and application of mathematics, statistics, and computation that will allow students to apply chemiometric tools to a range of different chemical applications. The content was defined according to the objectives and competencies to be acquired by students, and these are within the normally presented in equivalent courses in other European and Portuguese Universities.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- ***Aulas teóricas expositivas, com interação com os alunos.***
 - ***Resolução de problemas com prática computacional.***
- Avaliação por exame (75%) e resolução de problemas (25%)***

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- ***Interactive lectures given by the teacher(s).***
 - ***Practical, computational, problem solving.***
- Student assessment by exam (75%) and problem resolving reports (25%)***

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A disciplina requer o contacto próximo com os assuntos tratados e casos práticos. As aulas teóricas são indispensáveis para a apresentação inicial e discussão detalhada dos conceitos. A resolução de problemas pretende dar ao estudante uma noção mais concreta da utilidade prática dos assuntos aprendidos e colocá-lo perante situações reais de trabalho realizado com a necessária autonomia.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The course requires a close contact of the student with the matters being learnt, through practical exercises. The theoretical classes are essential for the initial presentation and detailed discussion of the concepts. The problem solving tasks aim to provide the student with a clear idea of the scope and power of the learnt subjects and put them in a real situation of their use with the required autonomy.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- L. Sachs, "Applied Statistics: a Handbook of Techniques", 2nd Ed., Springer, New York, 1984.***
D.L. Massart, B.G.M. Vandeginste, S.N. Deming, Y. Michotte e L. Kaufman, "Chemometrics: a text book", Elsevier, Amsterdam, 1988.
R.G. Brereton, Chemometrics : Data Analysis for the Laboratory and Chemical Plant, Wiley (Chichester, 2003).

Mapa IV - Termodinâmica e Cinética Químicas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Termodinâmica e Cinética Químicas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical Thermodynamics and Kinetics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

4.4.1.3. Duração:
1 semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T – 30; TP – 15

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Unidade curricular opcional

4.4.1.7. Observations:
Optative curricular unit

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Luís Guilherme Arnaut Moreira (30h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Maria Ermelinda da Silva Eusébio (15h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Dar formação avançada em Termodinâmica e Cinética Química.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
To provide advanced training in Chemical Thermodynamics and Kinetics

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Parte I Termodinâmica

Objecto e enquadramento da Termodinâmica Química. Revisão de conceitos.

Tópicos em termodinâmica de soluções. Interpretação termodinâmica e molecular de processos de solução. Ciclo termodinâmico: solução, sublimação, solvatação. “hidratação hidrofóbica” e “interacção hidrofóbica”.

Tópicos em equilíbrio de fases: Sistemas de um componente, sistemas binários, sistemas ternários.

Reacções químicas: Condições de equilíbrio. Efeito de variáveis controláveis no rendimento de reacções químicas.

Métodos de determinação experimental de propriedades termodinâmicas.

Parte II Cinética

Objecto e enquadramento da Cinética Química. Velocidade de reacção. Factores que influenciam a velocidade de uma reacção.

Métodos experimentais. Ordens e constantes de velocidade.

Colisões e dinâmica molecular. Reactividade em sistemas termalizados. Relações entre estrutura e reactividade.

Reacções unimoleculares. Reacções elementares em solução. Catálise ácido-base. Catálise enzimática.

4.4.5. Syllabus:

Part 1. Thermodynamics

Scope of chemical thermodynamics. Review of fundamental concepts.

Topics in thermodynamics of solutions. Thermodynamic and molecular interpretation of solution processes. Potentialities and limitations. Thermodynamic cycle: solution, sublimation, solvation. "hydrophobic hydration" and "hydrophobic interaction".

Topics in phase equilibria: one component, two component and three component systems.

Chemical reactions: equilibrium conditions. Effect of controlled variables in the yield of chemical reactions.

Experimental methods.

Part II. Kinetics

Scope and framework of Chemical Kinetics. Reaction rate. Factors influencing the rate of reaction.

Experimental methods. Orders and rate constants.

Collisions and molecular dynamics. Reactivity in thermalized systems. Structure and reactivity relationships.

Unimolecular reactions. Elementary reactions in solution. Acid-base catalysis. Enzyme catalysis.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os objectivos determinam directamente o conteúdo e metodologia, formando um todo coerente.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The objectives determine both content and methodology, in a coherent set.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, teórico-práticas / demonstrações/aulas laboratoriais

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures, problem solving classes /laboratorial demonstrations

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas de exposição por parte dos Professores, com apresentação e discussão de conceitos, são complementadas com aulas de resolução de problemas e demonstrações práticas que permitem consolidar conhecimentos. Esta abordagem permite atingir os objectivos da disciplina

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The lectures given by the Professors, with presentation and detailed discussion of concepts, are complemented with the resolution of numerical problems and practical demonstrations that enable the student to consolidate the acquired knowledge. This approach allows achieving the objectives of the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Modern Thermodynamics, D. Kondepudi, Wiley, Chichester, 2008.

Enantiómeros. Diagramas de fase (sólido + líquido). M. Ermelinda S. Eusébio in A. M. d'A. Gonçalves, M. Elisa S. Serra, M. Ermelinda S. Eusébio, Estereoquímica, Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011, pgs 163-202.

Chemical Thermodynamics. Advanced Applications, J. Bevan Ott, J. Boerio-Goates, Academic Press, London, 2000.

Measurement of the Thermodynamic Properties of Single Phases (Experimental Thermodynamics), A. Goodwin, K. N. Marsh, W. A. Wakeham, Elsevier, 2002.

Properties of Liquids and Solutions, J.N. Murrell, A. D. Jenkins, John Wiley & Sons, Chichester, 1994.

Cinética Química, S. J. Formosinho, L. G. Arnaut, Imprensa da Universidade de Coimbra, 2003.

Chemical Kinetics, 2nd edition, L. Arnaut, C. Serpa, Elsevier, 2020

Mapa IV - Descoberta Computacional de Fármacos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Descoberta Computacional de Fármacos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Drug Discovery

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

4.4.1.3. Duração:

1 semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T – 30; TP – 15, S – 5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Rui Manuel Pontes Meireles Ferreira de Brito (50h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Pretende-se com a presente unidade curricular que o estudante fique a conhecer as principais metodologias computacionais usadas e aplicadas na área da descoberta de novos fármacos. Em particular, as bases teóricas destas metodologias e as suas limitações de aplicabilidade. Pretende-se ainda que o estudante seja capaz de, na prática, aplicar algumas destas metodologias à resolução de problemas ou projectos pontuais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The present course is designed to provide the student knowledge in the most important computational methodologies used in the area of computational drug discovery. Particularly, the theoretical basis of these methodologies and their limitations. It is also intended to provide the student with practical skills in applying some of those methodologies to solve practical problems or specific projects.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1. Visão geral do processo de descoberta de fármacos****2. Identificação de alvos farmacológicos**

- Principais alvos farmacológicos

- Interações Moleculares

- Modelação de alvos: modelação estrutural, dinâmica molecular, QM/MM

- Pesquisa computacional de novos alvos

3. Descoberta de compostos líder

- Rastreio virtual

- Bibliotecas virtuais

- Rastreio virtual baseado na estrutura do alvo: acoplagem molecular; modelos de farmacóforo

- Rastreio virtual baseado no liagante: pesquisas de similaridade, “fingerprints” moleculares; campos de interação molecular

- Medidas de performance em rastreio virtual

4. Optimização de compostos líder

- Descritores moleculares

- QSAR/QSPR

- Abordagens clássicas e abordagens com base em aprendizagem automática e “deep learning”

5. Reposicionamento de fármacos**6. Previsões de toxicidade****4.4.5. Syllabus:****1. Overview of the drug discovery pipeline****2. Target identification**

- Main biological targets in Pharmaceuticals

- Molecular interactions

- Target modeling: structure modeling, molecular dynamics, QM/MM

- Target fishing

3. Lead discovery

- Virtual screening

- Virtual libraries

- Structure-based virtual screening (SBVS): docking, pharmacophore models

- Ligand-based virtual screening (LBVS): similarity searches, molecular fingerprints, molecular interaction fields

- Performance metrics in virtual screening campaigns

4. Lead optimization**- Molecular descriptors****- QSAR/QSPR****- Classic approaches, machine learning and deep learning approaches****5. Drug repurposing****6. Toxicity prediction****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

Os conteúdos programáticos propostos para a unidade curricular incluem os grandes tópicos da actualidade na aplicação de abordagens computacionais à descoberta de novos fármacos, estando portanto completamente de acordo com os objectivos de aprendizagem definidos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The content of the syllabus includes all the main topics forming presently the core knowledge in the area of computational drug discovery, thus being in complete agreement with the objectives defined for the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino a adoptar são baseados em aulas teóricas, aulas teórico-práticas e seminários. Nas aulas teóricas serão abordados os conceitos base subjacentes aos diferentes tópicos. As aulas teórico-práticas serão dedicadas ao desenvolvimento de capacidades na utilização de software relevante relacionado com os tópicos abordados nas aulas teóricas. Adicionalmente, serão levados a cabo pelos estudantes um conjunto de seminários em temas relevantes da unidade curricular.

Avaliação por exame (60%), projecto (25%) e outra (15%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methods are based on Lectures, Practical Classes and Seminars. In the Lectures the theoretical basis of each topic in the syllabus will be presented. The practical classes will be devoted to the development of practical skills in the use of relevant software. Additionally, the students will present a series of seminars related to main topics of the course.

Student assessment by exam (60%), project (25%) and other (15%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas teóricas proporcionam as bases e os conceitos, enquanto a componente teórico-prática desenvolve a capacidade de utilização de software específico e resolução de problemas concretos, em todas as áreas constantes dos objectivos. Os seminários permitem ao estudante focar-se no estudo de um tópico em particular e organizar a sua apresentação pública.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Lectures provide the foundations and concepts, while the Practicals aim at developing the ability to use specific software packages, and solve concrete problems in the areas pertaining to the objectives of the course. The Seminar allow the student to focus in one particular subject and to organized its public presentation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dada a progressão rápida de metodologias na área, em cada ano lectivo será fornecido um conjunto de referências bibliográficas com base em artigos de revisão acessíveis publicamente, em complemento às seguintes referências básicas.

1. Computational Drug Discovery and Design, Riccardo Baron Ed, Humana Press, 2012, ISBN: 978-1617794643

2. In Silico Medicinal Chemistry: Computational Methods to Support Drug Design, Nathan Brown, Royal Society of Chemistry, 2016, ISBN: 978-1-78262-163-8

3. In Silico Drug Discovery and Design: Theory, Methods, Challenges, and Applications, Claudio N. Cavasotto, CRC Press, 2017, ISBN 9781138747586

Mapa IV - Biologia de Sistemas Molecular**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*****Biologia de Sistemas Molecular*****4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Molecular Systems Biology*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****BCOMP*****4.4.1.3. Duração:*****1 semester*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****162*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****T – 20; PL – 40*****4.4.1.6. ECTS:*****6*****4.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****4.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Armindo José Alves da Silva Salvador (60h)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****<sem resposta>*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Esta unidade tornará o aluno capaz de:******Construir e analisar modelos metabólicos baseados em restrições.******Modelar a dinâmica de circuitos bioquímicos usando modelos determinísticos.******Usar aproximações de quase-equilíbrio, quase-estado-estacionário e funcionais para simplificar modelos.******Usar análises de sensibilidade e estabilidade para investigar o comportamento sistémico de redes bioquímicas.******Compreender os principais conceitos da Análise de Controlo Metabólico e Teoria de Sistemas Bioquímica.******Estimar parâmetros a partir de séries temporais biológicas.***

Usar os principais recursos de dados para modelação e repositórios de modelos disponíveis publicamente.
Compreender conceitos-chave em Biologia de Sistemas, como robustez, ultra-sensibilidade, regulação feedback/feedforward.
Reconhecer os principais padrões regulatórios das redes bioquímicas e entender como seu design se relaciona com a função

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Upon completion of this course unit the student should be able to:

Construct and analyze constraint-based models of metabolism.

Model the dynamics of biochemical circuits using deterministic models.

Use quasi-equilibrium, quasi-steady-state and functional approximations to simplify models.

Use sensitivity and stability analysis to investigate the systemic behavior of biochemical networks.

Understand key concepts and conventions of Metabolic Control Analysis and Biochemical Systems Theory.

Estimate parameters from biological time series.

Use the main publicly available data resources for modeling and model repositories.

Understand key concepts in Systems Biology, such as robustness, ultrasensitivity, feedback/feedforward regulation, network motifs.

Recognize the main regulatory motifs of biochemical networks and understand how their design relates to function

4.4.5. Conteúdos programáticos:

As escalas fundamentais da biologia

Propriedades genéricas de redes bioquímicas

Introdução à cinética química, incluindo enzimática

Constrangimentos e otimalidade de sistemas bioquímicos

Modelação do metabolismo baseada em restrições

Modelação determinística da dinâmica de redes bioquímicas

Formulação de modelos

Tratamento de compartimentalização e relações de conservação

Integração numérica de sistemas de equações diferenciais ordinárias

Fontes de dados e repositórios de modelos

Aproximações de quase-equilíbrio e quase-estado-estacionário

Aproximações funcionais

Análise de estabilidade local

Breve introdução à análise de bifurcação

Análise de sensibilidade

Estimativa de parâmetros a partir de séries temporais biológicas.

Elementos da teoria de controlo

Introdução à Análise de Controlo Metabólico e à Teoria dos Sistemas Bioquímicos

Propriedades de padrões regulatórios recorrentes em redes biológicas

4.4.5. Syllabus:

The fundamental scales of Biology

Generic properties of biochemical networks

Introduction to chemical kinetics, including enzyme kinetics

Constraints and optimality of biochemical systems

Constraints-based modeling of metabolism

Deterministic modeling of the dynamics of biochemical networks

Setting up models

Handling conservation relationships and compartmentalization

Numerical integration of systems of ordinary differential equations

Data sources for modeling and model repositories

Quasi-equilibrium and quasi-steady-state approximations
Functional approximations
Local stability analysis
Brief introduction to bifurcation analysis
Sensitivity analysis
Parameter estimation from biological time series.
Elements of control theory
Introduction to Metabolic Control Analysis and Biochemical Systems Theory
Properties of widespread regulatory motifs in biological networks.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Através de aulas teóricas e teórico-práticas os conteúdos programáticos permitem aos alunos:

(i) compreender a teoria e obter experiência prática na modelação e análise dinâmica de redes bioquímicas de vários tipos (metabólicas, transdução de sinal, regulação genética, etc.). (ii) familiarizar-se com conceitos chave da biologia de sistemas. (iii) Reconhecer os principais padrões regulatórios em redes biológicas e compreender como o seu design se relaciona com a função.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Through theoretical and theoretical-practical classes, the syllabus allows students to: (i) understand the theory and gain practical experience in the dynamic modeling and analysis of biochemical networks of various types (metabolic, signal transduction, genetic regulation, etc.). (ii) become familiar with key concepts of systems biology. (iii) Recognize key regulatory patterns in biological networks and understand how their design relates to function.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição oral com recurso a meios audiovisuais e computacionais. Realização de trabalhos de grupo (mini-projetos) que desenvolvam competências de modelação e as apliquem a problemas de investigação. As aulas teórico-práticas serão devotadas à execução dos mini-projetos, à discussão dos seus avanços com colegas e professor, e à discussão de literatura primária pertinente.

A avaliação será feita através de exame (50%) e trabalho de investigação (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Oral presentation using audiovisual and computational resources. Practical group work (mini-projects) to develop modeling skills and apply them to research problems. The theoretical-practical classes will be devoted to the execution of the mini-projects, discussion of their advancement with colleagues and teacher, and the discussion of relevant primary literature.

Students' assessment will be through exam (50%) and research work (50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas são fortemente interativas e combinam aspectos metodológicos de modelação com a análise de problemas biológicos concretos. As aulas teórico-práticas permitem consolidar os conceitos teóricos, aplicá-los a problemas práticos, e discutir avanços recentemente publicados. Após adquirirem experiência em modelação, os alunos aplicam-na para explorar as propriedades de circuitos regulatórios prevalentes em redes bioquímicas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The classes are strongly interactive and combine methodological aspects of modeling with the analysis of concrete biological problems. The theoretical-practical classes allow to consolidate the theoretical concepts, to apply them to practical problems, and to discuss recently published advances. After gaining experience in modeling, students apply it to explore the properties of regulatory motifs.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Alon, U. (2019) "An introduction to Systems Biology", 2nd edition, Chapman & Hall/CRC

Voit, E. O. (2018) "A First Course in Systems Biology", 2nd edition, Garland Science

Palsson, B. O. (2014) "Systems Biology: Constraint-based Reconstruction and Analysis", Cambridge University Press

Ingalls, B. P. (2013) "Mathematical Modeling in Systems Biology. An introduction" MIT Press

Milo & Phillips (2016) "Cell Biology by the Numbers", Garland Science, Taylor & Francis Group, LLC

Mapa IV - Computação Paralela

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Computação Paralela

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Parallel Computing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MNUM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T – 30; PL – 30

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Pedro Almeida Vieira Alberto

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Objetivos:

Conhecer a arquitetura de máquinas paralelas; saber distribuir, em problemas selecionados, uma tarefa computacional por um conjunto de processos independentes; saber utilizar os paradigmas da programação paralela.

Competências:

Competência em análise e síntese;

Competência em resolução de problemas;

Uso da internet como meio de comunicação e fonte de informação;

Capacidade de decisão;

Competência em raciocínio crítico;

Competência em aprendizagem autónoma;

Adaptabilidade a novas situações.

Competência em investigar.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Objectives:

Know the architecture of parallel machines;

Know how to distribute, in selected problems, a computational task to several (as much as possible) independent processes;

Understand when to use the different parallel programming paradigms.

Competences:

Develop analysis and synthesis abilities;

Problem solving;

Usage of internet as communication means and source of information;

Decision-making capability;

Critical reasoning;

Capacity for autonomous learning;

Adaptability to new situations;

Research ability

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Noções Básicas: Computação paralela e sua importância. Principais domínios de aplicação. Paradigmas de computação paralela: memória distribuída e partilhada. Algumas noções de supercomputador, principais arquiteturas e middleware associado. Tendências da sua evolução em hardware e software.

Paralelismo ao nível de software: OpenMP, MPI. A medição da eficiência de um algoritmo paralelo: speedup e eficiência de paralelização (Lei de Amdhal).

Programação em OpenMP. Modelo "fork and join". Loops paralelos, operações coletivas e barreiras. Variáveis privadas e partilhadas. Problemas de competição por dados partilhados ("data race").

MPI. Técnicas de Paralelização de Algoritmos: decomposição de dados e decomposição de domínio. Modelo master-slave para distribuição de dados. Tipos de comunicações em MPI. Operações coletivas - dados e cálculo. Comunicadores e topologias de comunicação. Definição de novas estruturas de dados.

Aplicações a álgebra linear e resolução da equação de Poisson.

4.4.5. Syllabus:

Basic notions: parallel computing and its importance. Main application domains. Paradigms of parallel computing: shared and distributed memory. What is a supercomputer: main types of hardware architectures, components and middleware. Trends in supercomputing.

Parallelisation in software: OpenMP, MPI . Measuring the efficiency of parallel algorithms: speedup and Amdhal's law.

OpenMP programming: fork and join model. Parallel zone. Parallel loops, collective operations and barriers. Private and shared variables. Data race problems.

MPI. Parallelisation techniques: data decomposition and domain decomposition. Model master-slave for data distribution and collection. MPI communication types. Collective operations for data and computation. Communicators and communication topologies. Creation of derived data types. Applications to linear algebra problems and to the numerical solution of the Poisson equation.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O programa põe especial ênfase na aprendizagem e aplicação dos conceitos novos de programação paralela que, pela sua especificidade e diferenças em relação à programação sequencial, exigem uma componente prática muito intensa, com aplicações a casos concretos. Essa é a forma mais eficaz dos objetivos da unidade curricular serem atingidos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus emphasises the learning and application of the new concepts of parallel programming, which, because of their particular nature and differences regarding sequential programming, need an extensive practice. This is the most effective way of attaining the objectives of the curricular unit.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino eminentemente prático, com recurso extensivo a apresentações de slides com matéria teórica e prática, acesso à internet.

Faz-se uso de um terminal de linha de comando usando compiladores da GNU e a implementação mpich do MPI (Windows/Linux/macOS) para os exercícios práticos, que consistem em elaboração de programas paralelos. Disponibiliza-se acesso remoto a um cluster de computadores para as avaliações práticas.

A avaliação será efetuada por um projeto (50%) e pela resolução de problemas (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes are essentially hands-on practice sessions of parallel computing.

Teaching involves slide presentations of theoretical material, programming examples, and programming exercises. Internet access is used for obtaining relevant material.

The programming exercises are made using a command line terminal in Windows/Linux/macOS, GNU compilers and the mpich implementation of MPI. Access to a remote computer cluster is given for the problem assignments for evaluation.

The evaluation will be carried out by a project (50%) and by solving problems (50%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O uso extenso do projetor de vídeos, quer para a apresentação de slides, quer para acesso a informação relevante na Web, quer, finalmente, para mostrar exemplos de programação e seus resultados apresentados em tempo real aos alunos, permitem a aprendizagem mais eficaz dos novos conceitos de programação e sua aplicação na resolução de problemas computacionais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The extensive use of use of the video projector for slide presentations, for relevant Web information access, and for real-time coding and result presentation allow for a more effective learning of the new programming concepts and their application in solving computational problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Using OpenMP, Portable Shared Memory Parallel Programming, B. Chapman, G. Jost, R. van der Pas, MIT Press, 2007.

Using OpenMP—The Next Step Affinity, Accelerators, Tasking, and SIMD, Ruud van der Pas, Eric Stotzer and Christian Terboven, MIT Press, 2017.
W. Gropp, E. Lusk, A. Skjellum, Using MPI Portable Parallel Programming with the Message Passing Interface, 3rd edition edição, MIT Press, 2014.

Using Advanced MPI , Modern Features of the Message-Passing Interface, William Gropp, Torsten Hoefler, Rajeev Thakur and Ewing Lusk, MIT Press, 2014

P. Pacheco, Parallel Programming with MPI, Morgan Kaufmann Publishers, 1997.

<http://www.openmp.org>

<https://computing.llnl.gov/tutorials/mpi>

Mapa IV - Métodos Computacionais em Biologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Métodos Computacionais em Biologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Computational Methods in Biology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
MNUM

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T - 28; TP - 42

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
Opcional

4.4.1.7. Observations:
Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Gonçalo Nuno Travassos Borges Alves da Pena (28 h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

João Carvalho (Departamento de Física) (42h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Introduzir aos alunos uma linguagem de programação imperativa e sua utilização na resolução de problemas científicos comuns. Apresentar os principais conceitos, teorias e técnicas de métodos numéricos numa perspetiva que valorize a intuição subjacente aos conceitos e a sua aplicação a problemas de Biologia. Ilustrar a necessidade do cálculo numérico no desenvolvimento da criatividade, espírito crítico e capacidade de adaptação a novos problemas. Desenvolver nos alunos efetivas competências numéricas práticas na resolução de problemas no âmbito da Biologia com recurso à programação.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Introduce students to an imperative programming language and its use in the resolution of frequent scientific problems. Present the main concepts, theories and techniques of numerical methods in a perspective that values the intuition underlying the concepts and their application to problems in Biology. Illustrate the need of numerical calculation in the development of creativity, critical thinking and adaptability to new problems. Develop effective and practical numerical skills in problem solving in Biology using programming techniques.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução à programação imperativa.*
2. *Equações e sistemas: métodos diretos e iterativos para sistemas lineares, equações não lineares, sistemas não lineares.*
3. *Aproximação de funções.*
4. *Derivação e integração numéricas.*
5. *Equações diferenciais ordinárias com condições de fronteira e valores iniciais.*
6. *Equações diferenciais com derivadas parciais.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to imperative programming.*
2. *Equations and systems: direct and iterative methods for linear systems, non-linear equations, non-linear systems.*
3. *Approximation of functions.*
4. *Numerical derivation and integration.*
5. *Ordinary differential equations with boundary conditions and initial values.*
6. *Partial differential equations.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os tópicos desenvolvidos na unidade curricular constituem o núcleo fundamental da Análise Numérica aplicada à Biologia. O primeiro capítulo introduz uma linguagem de programação imperativa. No segundo capítulo apresentam-se os métodos mais usuais na resolução numérica de equações e sistemas lineares ou não lineares. Na terceira parte são discutidos os métodos clássicos usados na interpolação e dada atenção ao problema dos mínimos quadrados. No quarto capítulo deduzem-se as fórmulas de diferenciação e integração numéricas e respetivos erros. A modelação de fenómenos biológicos por equações diferenciais ordinárias é uma técnica da maior utilidade e o estudo da respetiva solução por métodos numéricos é o objetivo do capítulo quinto. O sexto capítulo é dedicado à aproximação da solução de equações com derivadas parciais. Os conteúdos programáticos são explorados através de exemplos ligados à Biologia e serão abordados com a linguagem de programação introduzida no primeiro capítulo.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The topics developed in this unit are the core of Numerical Analysis applied to Biology. In the first chapter an imperative programming language is introduced. The second chapter presents methods that are commonly used in the numerical resolution of linear/nonlinear equations and systems. In the third part are discussed typical methods used in interpolation and special attention is given to least square problems. In the fourth chapter, the main numerical differentiation and integration formulas are deduced as well as their respective error estimates. The modeling of biological phenomena by ordinary differential equations is a

very important technique and the study of its resolution by numerical methods is the objective of the fifth chapter. The last chapter explores the approximation of the solution of partial differential equations. The syllabus content is explored through examples related to Biology and will be addressed with the programming language introduced in the first chapter.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição detalhada dos conteúdos programáticos realçando a forte interação entre os conceitos teóricos e a sua aplicação concreta. A exposição dos assuntos segue do particular para o geral, do concreto para o progressivamente abstrato, apelando à participação dos alunos, promovendo uma aprendizagem contínua, por forma a desenvolver o seu espírito crítico.

Aulas teórico-práticas com utilização de programação na ilustração dos conceitos, dando particular ênfase à visualização, e na realização de projetos relativos a problemas do domínio da Biologia.

A avaliação da componente teórica consiste em exame final ou, em alternativa, em testes intermédios de frequência. A avaliação da componente teórico-prática é feita através de testes ou projetos computacionais efetuados durante o semestre letivo. A nota final será uma média ponderada das classificações obtidas em cada uma das componentes.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes with detailed exposure of the syllabus contents highlighting the strong interaction between theoretical concepts and their concrete application. The teaching of the different topics follows from the particular to the general, from the concrete to the progressively abstract, appealing to the participation of the students, promoting continuous learning, in order to develop their critical spirit.

Theoretical-practical classes, using programming to illustrate concepts, with particular emphasis on visualization, and implementation of projects related to problems in the field of Biology.

The assessment of the theoretical component consists of a final exam or, alternatively, an intermediate midterm exams. The evaluation of the theoretical-practical component is done through tests or computational projects carried out during the semester. The final mark will be a weighted average of the marks obtained in each of the components.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A estratégia e o método de ensino adotado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, e assim levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas. Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas e nos exercícios resolvidos nas aulas teóricas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese.

Nas aulas teórico-práticas, com a realização de pequenos projetos relativos a problemas do domínio da Biologia, recorrendo aos métodos numéricos e à linguagem de programação ensinada, criam as condições para que os alunos adquiram competências em aprendizagem autónoma e capacidade de desenvolver e aplicar algoritmos a problemas concretos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The adopted teaching strategy and method seek to involve students in the learning process and their personal enrichment, leading to the development, in addition to specific technical competences, of some general skills, of an instrumental, personal and systemic nature.

With the knowledge and understanding of the subjects taught and with the exercises solved in the theoretical classes, conditions for the development of problem solving skills are created, leading to critical thinking, application in practice of theoretical knowledge and, at a more advanced level, a sharper sense of analysis and synthesis.

In the theoretical-practical classes, with the realization of small projects related to problems in the field of Biology, using the numerical methods and the programming language taught, conditions are created for students to acquire skills of autonomous learning and the ability to develop and apply algorithms to solve specific problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Alfio Quarteroni, Fausto Saleri e Paola Gervasio, *Scientific Computing with MATLAB and Octave*, Springer, 2014.
2. Cleve Moler, *Numerical Computing with MATLAB*, SIAM, 2004.

3. **Heitor Pina, Métodos Numéricos, Mcgraw Hill, 1995.**

4. **Richard L. Burden e J. Douglas Faires, Numerical Analysis, CENGAGE Learning, 2015.**

5. **Stanley M. Dunn, Alkis Constantinides e Prabhas V. Moghe, Numerical Methods in Biomedical Engineering, Academic Press, 2005.**

Mapa IV - Complementos de Análise Matemática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Complementos de Análise Matemática

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Complements of Mathematical Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T - 45; TP - 30

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Gonçalo Nuno Travassos Borges Alves da Pena (75h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Tendo já conhecimentos básicos de Análise Real, lecionados nas disciplinas de Matemática ministradas ao nível da Licenciatura, o aluno adquire, nesta unidade

curricular (uc), conceitos e métodos do cálculo diferencial e integral envolvendo funções de várias variáveis. É também objetivo da uc a aquisição de conhecimentos fundamentais sobre séries numéricas e séries de funções, em particular séries de Fourier. A abordagem utilizada na apresentação dos temas é essencialmente dirigida para as aplicações à Ciência e à Biologia.

As principais competências genéricas a desenvolver incluem: capacidade de cálculo; conhecimento de resultados matemáticos; capacidade de formular e resolver problemas; conceção, análise e correta utilização de modelos matemáticos; capacidade de trabalho em equipa; espírito crítico.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Having a basic knowledge of Real Analysis, acquired in the curricular units of BSc programs, students learn, in this curricular unit, concepts and methods of differential and integral calculus of functions defined in \mathbb{R}^n . Another goal of the unit is to provide fundamental knowledge about series and series of functions, including Fourier series. The approach used in the presentation of the topics is essentially addressed to applications to Science and Biology.

The main competences to be developed are: ability to formulate and solve problems; knowledge of mathematical results; design, analyze and correctly use mathematical models; ability to work in teams; critical thinking.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Sucessões e séries numéricas

1.1. Critérios de convergência

1.2. Séries de funções: séries de potências; fórmula e série de Taylor; séries de Fourier

2. Equações paramétricas de curvas e coordenadas polares

3. Cálculo Diferencial

3.1. Limites e continuidade

3.2. Derivadas parciais e direcionais, diferenciabilidade

3.3. Regra da Cadeia

3.4. Cálculo de extremos e Multiplicadores de Lagrange

4. Cálculo integral em \mathbb{R}^2 e \mathbb{R}^3

4.1. Integrais duplo e triplo; aplicações e mudança de variável

4.2. Integral curvilíneo; e Teorema de Green

4.3. Integral de superfície e Teoremas de Stokes e da divergência

4.4.5. Syllabus:

1. Sequences and infinite series of real numbers

1.1. Convergence criteria

1.2. Function series: power series; Taylor's formula and Taylor series; Fourier series

2. Parametric equations of curves and polar coordinates

3. Differential Calculus in \mathbb{R}^n

3.1. Limits and continuity

3.2. Partial and directional derivatives, differentiability

3.3. Chain rule

3.4. Extrema and Lagrange Multipliers

4. Integral Calculus in \mathbb{R}^2 and \mathbb{R}^3

4.1. Double and triple integrals; applications and change of variable

4.2. Curvilinear integral and Green's theorem**4.3. Surface integral and Stokes and divergence theorems****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

O objetivo principal da disciplina consiste em familiarizar o aluno com os conceitos e ferramentas matemáticas adequados à compreensão e aplicação dos tópicos programáticos.

No primeiro capítulo, estudam-se sucessões, séries numéricas e séries de funções. Mostra-se que as séries permitem obter valores aproximados para determinadas funções e para integrais.

O objetivo do terceiro capítulo é apresentar os conceitos e técnicas fundamentais da análise multivariada. Inicia-se com as noções de limite e continuidade e prossegue com o estudo da diferenciabilidade, partindo do conceito de derivada parcial e culminando nas aplicações a problemas de otimização. Seguidamente, no quarto capítulo, desenvolve-se um primeiro contacto com o cálculo integral de funções definidas em R^2 e R^3 .

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The aim of this course is to familiarize students with mathematical concepts and tools that allow them to understand and work with the syllabus topics.

In the first chapter, we study sequences, numerical and function series. The main goal is to show that function series allow to obtain approximate values for certain functions or integrals.

The objective of the third chapter is to present the fundamental concepts and techniques of multivariate analysis. It begins with the concepts of limit and continuity and proceeds with the study of differentiability, starting by partial differentiability and culminating with some applications to optimization problems.

The last chapter provides a first contact with integral calculus of functions defined in R^2 and R^3 .

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas são apresentados os conceitos e resultados teóricos mais relevantes, acompanhados de exemplos ilustrativos da teoria, com aplicações simples mas motivadoras. Nas aulas teórico-práticas, os estudantes devem resolver exercícios propostos, com diferentes graus de dificuldade, e serão confrontados com problemas no âmbito das aplicações às Ciências e à Biologia. A participação ativa dos estudantes nas aulas, o trabalho individual e em grupo bem como a utilização do horário de atendimento do professor devem ser fortemente incentivados.

Há duas modalidades de avaliação: ao longo do semestre e por exame final.

A avaliação ao longo do semestre pressupõe a realização de 2 frequências (100% da nota final). A avaliação por exame final inclui a realização de um exame (100%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In theoretical classes, the most relevant concepts and theoretical results are presented, accompanied by illustrative examples of the theory, with simple and motivating applications. In TP classes, students must solve the proposed exercises, having various degrees of difficulty, and will be confronted with problems in the context of Science and Engineering applications. Active participation of students in class discussions, individual and team work, and correct use of the available office hours should be strongly encouraged by the instructor.

There are two types of grading: during the semester or by final examination.

During the semester there are two mid-term exams (100% of the final grade). The final exam option consists of a single exam (100%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Nas aulas faz-se a apresentação e desenvolvimento dos tópicos que constituem os conteúdos programáticos da unidade curricular, incluindo as técnicas matemáticas a adquirir pelos estudantes. Estes devem ser incentivados a adotar uma atitude participativa nas aulas e a resolver as tarefas propostas como trabalhos de casa, aplicando as metodologias apresentadas nas aulas teóricas e teórico-práticas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Classes allow the presentation and development of the topics that form the syllabus of the course, including the mathematical techniques to be acquired by the

students. These should be encouraged to participate in the classroom work and to solve the tasks proposed as homework, applying the methodologies presented in class.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. J. Stewart, *Cálculo, Volumes I e II, 7ª Ed., CENGAGE Learning, 2012.***
- 2. J. Glyn, D. Burley, D. Clements, P. Dyke, J. Searl, N. Steele, *Advanced Modern Engineering Mathematics, 4ª Ed., Prentice Hall, 2010.***
- 3. A. Breda e J. Costa, *Cálculo com funções de várias variáveis, McGraw-Hill, 1996.***
- 4. M. Spiegel, *Análise de Fourier, Coleção Schaum, 1977.***
- 5. J. Carvalho e Silva, *Princípios de Análise Matemática Aplicada, McGraw-Hill, Lisboa, 1994.***

Mapa IV - Métodos Matemáticos da Física e da Biologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Matemáticos da Física e da Biologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Methods in Physics and Biology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP – 4*14 = 56h (14 semanas / 14 weeks)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Maria Paula Martins Serra de Oliveira (10h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*José Augusto Mendes Ferreira (10h)**Adérito Luís Martins Araújo (9h)**Ercília Cristina da Costa e Sousa (9h)**Silvia Alexandra Alves Barbeiro (9h)**Gonçalo Nuno Travassos Borges Alves da Pena (9h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A disciplina tem dois objetivos fundamentais:**-dotar os alunos de competências que lhes permitam estabelecer modelos diferenciais que descrevam o comportamento de fenómenos físicos e biológicos;**- introduzir um conjunto de técnicas analíticas de análise qualitativa e quantitativa dos modelos diferenciais.**Será dada particular atenção às EDPS clássicas lineares – Laplace, difusão, e ondas – e ainda às equações quase-lineares do tipo difusão-reação. A formação de padrões e a “chemotaxis” serão estudadas com algum detalhe.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The course is designed to develop modelling skills - in Physics and Biology - and analytical knowledge within linear and quasi linear partial differential equations.**Laplace, diffusion and wave equations will be studied. Diffusion reaction will deserve some attention, namely pattern formation and chemotaxis.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***I-As equações diferenciais na modelação em Física e Biologia.**II-Equações diferenciais de derivadas parciais (EDPs) de segunda ordem. Métodos analíticos de construção de soluções.**III- EDPs quase-lineares. Propriedades qualitativas. Ondas viajantes.**IV- Fluidos reativos e movimentos biológicos de invasão e dispersão.***4.4.5. Syllabus:***I-Differential equations in the modeling of physical and biological phenomena.**II-Partial differential equations (PDEs) of second order. Analytical methods to construct solutions.**III-Quasi-linear PDEs. Qualitative properties. Travelling waves.**IV-Reactive fluids and biological movements: dispersion and invasion.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Na parte inicial do curso são construídos modelos matemáticos diferenciais que descrevem o comportamento de fenómenos físicos e biológicos. Surgem assim as equações de transporte, difusão, difusão-convecção, difusão-reação, onda e Poisson que são complementadas com condições iniciais e/ou de fronteira, dependendo do domínio espaço-temporal onde ocorre o fenómeno. Para os problemas de difusão, da onda e de Poisson são estudados métodos para a construção das soluções entre os quais destacamos o recurso à função de Green, o método de separação de variáveis e o recurso às séries de Fourier ou a utilização de transformadas de Laplace ou Fourier. Para as equações quase-lineares é estudado o método das características, para as equações de 1ª ordem, e é desenvolvida a teoria das ondas viajantes para as equações de segunda ordem. Finalmente são considerados aplicações no contexto dos fluidos difusivos-reativos e dos movimentos biológicos de invasão e dispersão.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The course starts with the establishment of mathematical models involving differential equations for some physical and biological phenomena. These models are characterized by a set of PDE's: transport, diffusion, diffusion-reaction, diffusion-convection, wave and Poisson equations and initial and /or boundary conditions. As far as linear problems are concerned several analytical methods are presented as Green's function method, separation of variables that uses the Fourier series theory, the use of Laplace and Fourier transforms. To solve quasi-linear equations the characteristic method for first order equations is studied; the theory of travelling waves is developed for second-order quasi-linear equations. In this last case the qualitative theory for ordinary differential equations plays*

a central role. The last part of the course is devoted to reactive fluids and biological movements based on the interplay of dispersion and invasion.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é ministrado em sessões teórico-práticas. As aulas são expositivas e incluem exemplos e exercícios de aplicação dos conhecimentos adquiridos. Os alunos realizam ao longo do semestre, e fora das horas de contacto colectivo, pequenos projetos de natureza analítica que envolve a aplicação dos métodos estudados.

Ao longo do semestre os alunos dispõem de um tempo de orientação tutorial para esclarecimento dos problemas que tenham na aquisição de conhecimentos ou no desenvolvimento de competências necessárias para realizar os trabalhos.

Há duas modalidades de avaliação: ao longo do semestre e por exame final.

A avaliação ao longo do semestre pressupõe a realização de 2 frequências (80% da nota final), pequenos projetos de natureza analítica (20% da nota final).

A avaliação por exame final inclui a realização de um exame (100%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes are expository and include examples and exercises for applying the acquired knowledge. As homework the students solve analytical problems that involve the application of the methods studied.

During the semester students may use tutorial time to clarify their difficulties in grasping the theory and in gaining practical knowledge, as well as in the development of the necessary skills for homework assignment.

There are two types of grading: during the semester or by final examination.

During the semester there are two mid-term exams (80% of the final grade) and a set of homework assignments (20% of the final grade).

The final exam option consists of a single exam (100%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas teórico-práticas permitem expor, discutir e exemplificar as técnicas matemáticas necessárias à construção dos modelos matemáticos, construção das soluções de problemas diferenciais de derivadas parciais. As metodologias apresentadas nas aulas teórico-práticas são aplicadas pelos alunos nos trabalhos para casa, permitindo-lhes uma melhor compreensão dos métodos e resultados analíticos estudados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Classes allow the introduction, the discussion and the illustration of the mathematical techniques needed to the construction of the mathematical models as well as on the construction of the solutions of partial differential problems.

The methodologies taught in class are then applied by the students in their homework assignments, leading them to a better understanding of methods and analytical results studied.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

L. Debnath, Non Linear Partial Differential Equations for Scientists and Engineers, Birkhauser, 1997.

E. DiBenedetto, Partial Differential Equations, Birkhauser, 1995.

N.F. Britton, Essential Mathematical Biology, Springer 2003.

F. John, Partial Differential Equations, quarta edição, Springer, 1978.

J.D. Murray, Mathematical Biology I - An Introduction, Springer, 2002.

J.D. Murray, Mathematical Biology II – Spatial Models and Biomedical Applications, Springer, 2003.

I. Rubinstein, L. Rubinstein, Partial Differential Equations in Classical Mathematical Physics, Cambridge University Press, 1993.

D.W. Trim, Applied Partial Differential Equations, PWS-Kent Publishing Company, 1990.

E. Zauderer, Partial Differential Equations of Applied Mathematics, John Wiley Sons, 1993.

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Amostragem e Sondagens

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Sampling and Surveys

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Carlos Manuel Rebelo Tenreiro da Cruz (14h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Paulo Eduardo Aragão Aleixo Neves de Oliveira (14h)

Maria da Graça Santos Temido Neves Mendes (14h)

Cristina Maria Tavares Martins (14h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

O objetivo principal da unidade curricular é o estudo das bases teóricas que suportam os principais procedimentos utilizados na inferência estatística em populações finitas. O aluno deverá compreender as limitações e vantagens de cada plano de amostragem e ser capaz de demonstrar as principais propriedades dos estimadores associados a cada um dos planos estudados. O estudante deverá ainda saber lidar com dados reais ou simulados e utilizar técnicas de Monte-Carlo para comparar planos de amostragem.

Esta unidade curricular permite desenvolver as seguintes competências instrumentais: capacidade de cálculo, conhecimento de resultados matemáticos,

capacidade de formular e resolver problemas, conceção ou utilização de modelos matemáticos para situações reais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main goal is studying the theoretical principles that support the main procedures used in statistical inference for finite populations. The student should understand the limitations and advantages of each sampling design and be able to proof the main properties of the corresponding estimators. The student should also know how to use statistical software to deal with simulated or real data and use Monte-Carlo techniques to compare sampling designs.

This course aims to develop the following skills: ability to calculate, knowledge of mathematical results, ability to formulate and solve problems, design or use of mathematical models to real situations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Planos de amostragem clássicos: amostragem aleatória simples - estimação de totais, média e rácios; amostragem estratificada; pós-estratificação; amostragem por grupos; amostragem sistemática.

Planos de amostragem com probabilidade de inclusão desiguais: estimadores de Hansen-Hurvitz e de Horvitz-Thompson; planos de amostragem PPS (Probability Proportional to Size) e IPPS (Inclusion Probabilities Proportional to Size).

Tópicos complementares em amostragem (a seleccionar em função do tempo disponível): optimalidade e admissibilidade; tratamento da não-resposta; amostragem em duas fases; planos complexos.

4.4.5. Syllabus:

Classical sampling designs: simple random sampling - estimation of totals, means and ratios; stratified sampling; poststratification; cluster sampling; systematic sampling.

Sampling with unequal probabilities: Hansen-Hurvitz and Horvitz-Thompson estimators; probability proportional to size (PPS) and inclusion probabilities proportional to size (IPPS) sampling.

Other topics in sampling (selection depending on time available): optimality and admissibility; nonresponse; two-phase sampling; complex surveys.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos abordados nesta disciplina permitem ao aluno: 1) tomar conhecimento das propriedades de diversos planos de amostragem clássicos; 2) utilizar informação auxiliar de forma a definir melhores planos de amostragem; 3) compreender as limitações e vantagens de cada um dos planos de amostragem estudados; 4) desenvolver competências computacionais para o tratamento de dados reais. Tais conhecimentos estão em coerência com os objetivos definidos para esta unidade curricular.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus covered in this course allow students: 1) to take note of the properties of several classical sampling designs; 2) to use auxiliary information in order to improve on the implementation of sampling designs; 3) to understand the limitations and advantages of each of the studied sampling designs; 4) to develop computational skills for handling real data. Such knowledge is coherent with the objectives set for this course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de natureza essencialmente expositiva e incluem exemplos (com dados reais ou simulados) ou exercícios que permitem aplicar os conhecimentos adquiridos (ou seja, são de tipo teórico-prático).

Ao longo do semestre é disponibilizado aos alunos apoio à resolução dos exercícios e preparação para frequências e exames.

Há duas modalidades de avaliação: avaliação ao longo do semestre e avaliação por exame final. A avaliação ao longo do semestre pressupõe a realização de duas frequências (com um peso total entre 75 e 100%) e a resolução de um conjunto de exercícios ou a execução de pequenos trabalhos computacionais (com um peso até 25%) entregues individualmente com uma periodicidade de 2 a 3 semanas. A avaliação por exame final inclui a realização de um exame (com um peso entre 75 e 100%) e de um trabalho computacional (com um peso até 25%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes are essentially of expository style and include examples (using real or simulated data) and exercises to apply the material being taught.

Extensive tutorial time is offered to the students to support the solution of the homework assignments and preparation for the various exams.

There are two types of grading: during the semester or by final exam. During the semester there are two mid-term exams (75 to 100% of the final grade) and a set of homework assignments (until 25% of the final grade) given every two or three other weeks and handed individually. The exercises in the homework assignments are mathematical problems or short computational tasks. The final exam option consists of an exam (75 to 100% of the final grade) and a computational assignment (until 25% of the final grade).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino utilizada nesta disciplina está em coerência com os objetivos da unidade curricular dado que permitirá ao aluno: 1) tomar conhecimento das propriedades matemáticas dos principais planos de amostragem; 2) aprofundar o conhecimento sobre o comportamento prático dos diversos planos e estimadores através da sua implementação computacional e aplicação a dados reais ou simulados; 3) desenvolver capacidades computacionais para o tratamento de dados reais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodology proposed for this curricular unit is consistent with the objectives set for this course as it will allow students: 1) to take note of the mathematical properties of the major sampling designs; 2) to increase knowledge about the practical behavior of the various sampling designs and estimators by its computational implementation and application to real or simulated data; 3) to develop computational capabilities for handling real data.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

S.L. Lohr, Sampling: Design and Analysis, Duxbury Press, 1999.

Y. Tillé, Théorie des Sondages: Échantillonnage et Estimation en Populations Finies, Dunod, 2001.

A.S. Hedayat, B.K. Sinha, Design and Inference in Finite Population Sampling, Wiley, 1991.

W.G. Cochran, Sampling Techniques, Wiley, 1977.

S.K. Thompson, Sampling, Wiley, 2002.

Mapa IV - Métodos Numéricos para Equações com Derivadas Parciais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Numéricos para Equações com Derivadas Parciais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical Methods for Partial Differential Equations

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MNUM

4.4.1.3. Duração:***Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:*****TP – 4*14 =56h (14 semanas / 14 weeks)*****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:*****Opcional*****4.4.1.7. Observations:*****Optional*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Maria Paula Martins Serra de Oliveira (10h)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****José Augusto Mendes Ferreira (10h)******Adérito Luís Martins Araújo (9h)******Ercília Cristina da Costa e Sousa (9h)******Silvia Alexandra Alves Barbeiro (9h)******Gonçalo Nuno Travassos Borges Alves da Pena (9h)*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****O objetivo central deste curso é desenvolver nos alunos as competências necessárias para resolver numericamente problemas que envolvam equações de derivadas parciais, tanto em regime estacionário como em regime dinâmico, e analisar e interpretar as soluções assim obtidas. Em particular, pretende-se que os alunos adquiram os fundamentos teóricos e práticos relativos aos métodos de diferenças finitas, Galerkin e métodos numéricos para leis de conservação.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****The aim of this course is to develop skills to solve numerically steady and evolution partial differential problems and to analyze and interpret the computed solutions. Particularly, the course aims to endow the students with the theoretical and practical foundations of finite difference methods, Galerkin methods and numerical methods for conservation laws.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****I. Problemas estacionários:******Métodos de diferenças finitas- estabilidade e convergência;******Métodos de Galerkin – formulação variacional, Lema de Céa;******Métodos de elementos finitos- espaços de elementos finitos, estimativas de erro.***

II.Problemas de evolução:

Métodos das linhas (métodos de diferenças finitas e métodos de Galerkin) – estabilidade e convergência;

III.Métodos numéricos para leis de conservação.

4.4.5. Syllabus:**I.Steady problems:**

Finite difference methods – stability and convergence;

Galerkin methods – variational formulation and Céa's lemma;

Finite element methods- finite element spaces, error estimates.

II.Evolution problems:

Method of Lines (finite difference methods and Galerkin methods) - stability and convergence;

Numerical methods for conservation laws.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O curso inicia com o estudo de métodos numéricos para problemas estacionários, optando-se por apresentar em primeiro lugar os métodos de diferenças finitas. As propriedades de estabilidade destes métodos bem como a análise das suas propriedades de convergência são perspectivadas no âmbito de uma análise crítica dos resultados numéricos. Uma vez que os métodos de diferenças finitas apresentam algumas limitações no que diz respeito à sua aplicação a um certo número de problemas, são estudados os métodos de Galerkin. No âmbito dos problemas de evolução é utilizado o Método das Linhas, acoplado a discretização temporal – com Métodos de Passo Múltiplo, Métodos de Runge-Kutta, Métodos Predictores-Correctores - com os métodos de discretização espacial. Os resultados estabelecidos para os problemas estacionários constituem a base para o estudo da convergência dos problemas de evolução. A última parte do curso será dedicada ao estudo da solução numérica das leis de conservação.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The course begins with the study of numerical methods for steady state problems. Due to the limited background needed to study Finite Differences (FD) these methods will be firstly presented. Stability and convergence properties will be studied as a tool to be used in a critical analysis of numerical simulations. To circumvent several types of drawbacks in FD, Galerkin methods will be considered. In the framework of time dependent problems the Method of Lines will be studied. In spatial integration FD or Galerkin Methods will be used. Time integration will be performed with Multistep Methods, Runge Kutta Methods and Predictor Corrector Methods. Convergence results established for steady problems are the core of convergence study of evolution problems. In the last part of the course conservation laws will be addressed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é ministrado em sessões teórico-práticas. As aulas são expositivas e incluem exemplos e exercícios de aplicação dos conhecimentos adquiridos. Os alunos realizam ao longo do semestre e fora das horas de contacto colectivo, pequenos projetos de natureza analítica e computacional que envolve a aplicação dos métodos estudados.

Ao longo do semestre os alunos dispõem de um tempo de orientação tutorial para esclarecimento dos problemas que tenham na aquisição de conhecimentos ou no desenvolvimento de competências necessárias para realizar os trabalhos.

Há duas modalidades de avaliação: ao longo do semestre e por exame final.

A avaliação ao longo do semestre pressupõe a realização de 1 frequências (60%-80%), pequenos projetos de natureza analítica e computacional (40%-20%).

A avaliação por exame final inclui a realização de um exame (com peso 100%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes are expository and include examples and exercises for applying the acquired knowledge. As homework the students solve analytical or computational problems that involve the application of the methods studied.

During the semester students may use tutorial time to clarify their difficulties in grasping the theory and in gaining practical knowledge, as well as in the development of the necessary skills for the computational assignment.

There are two types of grading: during the semester or by final examination.

During the semester there a final exam (60%-80% of the final grade) and a set of analytical or computational homework assignments (40%-20% of the final grade.

The final exam option consists of a single exam (100% of the final grade).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas teórico-práticas permitem expor, discutir e exemplificar as técnicas matemáticas necessárias à resolução numérica de problemas diferenciais de derivadas parciais. As metodologias apresentadas nas aulas teórico-práticas são aplicadas pelos alunos nos trabalhos para casa, permitindo-lhes uma melhor compreensão dos métodos e resultados analíticos estudados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Classes allow the introduction, the discussion and the illustration of the mathematical techniques needed in the numerical computations. The methodologies taught in class are then applied by the students in their homework assignments, leading them to a better understanding of the methods and analytical results.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

W. Hackbush, *Elliptic Differential Equations: Theory and Numerical Treatment*, Springer, 1987.

J.W. Thomas, *Numerical Partial Differential Equations: Finite Difference Methods*, Springer, 1995.

S.C. Brenner, L.R. Scott, *The Mathematical Theory of Finite Element Methods*, Springer, 1991.

G. Sod, *Numerical Methods in Fluid Dynamics: Initial and Initial Boundary Value Problems*, Cambridge University Press, 1988.

V. Thomée, *Galerkin Finite Element Methods for Parabolic Problems, Lectures Notes in Mathematics, Vol. 1054*, Springer, 1984.

R.J. Leveque, *Numerical Methods for Conservation Laws*, Birkhauser, 1992.

Mapa IV - Otimização Numérica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Otimização Numérica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical Optimization

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP – 4*14 = 56h (14 semanas / 14 weeks)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:
*Opcional***4.4.1.7. Observations:**
*Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**
*Luís Filipe de Castro Nunes Vicente (28h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**
*José Luís Esteves dos Santos (28h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objetivo principal é conhecer os principais métodos numéricos de otimização não linear (sem e com restrições), a sua motivação, as suas características numéricas e as suas propriedades de convergência. Pretende-se, igualmente, estudar a teoria da otimização com restrições e a correspondente teoria da dualidade.

Esta unidade curricular permite desenvolver as seguintes competências instrumentais: conhecimento de resultados matemáticos; capacidade de generalização e abstração; argumentação lógica; competência em utilizar ferramentas computacionais. A nível pessoal permite também desenvolver capacidades de aprendizagem autónoma e de espírito crítico.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main goal is teaching the main numerical methods for unconstrained and constrained non-linear optimization, their motivation, their numerical features and their convergence properties. One also aims at studying the theory of constrained optimization and the corresponding duality theory.

The course aims at developing the following skills: knowledge of mathematical results; ability to generalize and abstract; logic thinking; competence in using computational tools. On the personal level it also allows to develop self-learning skills and independent thinking.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

(1) Métodos numéricos para otimização não linear sem restrições (métodos de procura direta; métodos de procura unidirecional; método da descida máxima; método de Newton modificado; métodos de região de confiança; propriedades globais e globais-locais dos diversos métodos).

(2) Teoria da otimização não linear com restrições (qualificação de restrições; condições necessárias e suficientes; teoria da dualidade). Os casos particulares da programação linear e da programação quadrática.

(3) Métodos numéricos para otimização não linear com restrições (método da penalização quadrática, método do Lagrangeano aumentado, método da programação quadrática sequencial e funções mérito; método de pontos interiores).

4.4.5. Syllabus:

(1) Numerical methods for unconstrained non-linear optimization (direct-search methods, line-search methods, steepest descent method, modified Newton's method, trust-region methods, global and global-local properties of the several methods).

(2) Theory of constrained non-linear optimization (constraint qualifications; necessary and sufficient conditions; duality theory). The particular cases of linear and quadratic programming.

(3) Numerical methods for constrained non-linear optimization (quadratic penalty method; augmented Lagrangian method; sequential quadratic programming

method and merit functions; interior point method).

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O programa reflete o padrão internacional de uma disciplina de otimização não linear. Estudam-se, primeiro, os métodos numéricos para otimização não linear sem restrições, com ênfase nas suas propriedades de convergência (global e global-local). A seguir explica-se a teoria da otimização não linear com restrições. Por fim, com base nas duas partes anteriores, faz-se uma breve introdução aos métodos numéricos para otimização não linear com restrições.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus follows the international standard for a course on non-linear optimization. First, one studies numerical methods for unconstrained non-linear optimization, focusing on their convergence properties (global and global-local). Then, one explains the theory of constrained non-linear optimization. Lastly, based on the first two parts, one makes a brief introduction to numerical methods for constrained non-linear optimization.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de natureza essencialmente expositiva e incluem exemplos ou exercícios que permitem aplicar os conhecimentos adquiridos (ou seja, são de tipo teórico-prático).

Ao longo do semestre é disponibilizado aos alunos apoio à resolução dos exercícios e preparação para frequências e exames.

Há duas modalidades de avaliação: avaliação ao longo do semestre e avaliação por exame final. A avaliação ao longo do semestre pressupõe a realização de duas frequências (com um peso total de 50-75%) e a resolução de um conjunto de exercícios matemáticos ou execução de simples tarefas numéricas (com um peso de 50-25%) entregues individualmente com uma periodicidade de 2 a 3 semanas. A avaliação por exame final inclui a realização de um exame com um peso de 100%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes are essentially of expository style and include examples and exercises to apply the material being taught.

Extensive tutorial time is offered to the students to support the solution of the homework assignments and preparation for the various exams.

There are two types of grading: during the semester or by final exam. During the semester there are two mid-term exams (50-75% of the final grade) and a set of homework assignments (50-25% of the final grade) given every two or three other weeks and handed in individually. The exercises in the homework assignments are mathematical problems or short numerical tasks. The final exam option consists of a single exam (100% of the final grade).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas teórico-práticas permitem expor, discutir e exemplificar os métodos numéricos para otimização não linear. As metodologias apresentadas nas aulas teórico-práticas são aplicadas pelos alunos nos trabalhos para casa, permitindo-lhes uma melhor compreensão dos métodos, das suas propriedades de convergência e das suas características numéricas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Classes allow the introduction, the discussion and the illustration of numerical methods for non-linear optimization. The methodologies taught in class are then applied by the students in their homework assignments, leading them to a better understanding of the methods, their convergence properties and their numerical features.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. Nocedal, S.J. Wright, Numerical Optimization, segunda edição, Springer, 2006.

A.R. Conn, K. Scheinberg, L.N. Vicente, Introduction to Derivative-Free Optimization, MPS-SIAM Book Series on Optimization, SIAM, 2009.

J.E. Dennis, R.B. Schnabel, Numerical methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations, SIAM, 1996.

I. Griva, S.G. Nash, A. Sofer, Linear and Nonlinear Optimization, segunda edição, SIAM, 2009.

Mapa IV - Visualização Computacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Visualização Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Visualization

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

*TP – 4*14 = 56h (14 semanas / 14 weeks)*

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

José Carlos de Gouveia Teixeira (28 h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Pedro Henrique Figueiredo Quaresma de Almeida (28 h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Conhecimentos fundamentais sobre conceitos, algoritmos, tecnologias e arquiteturas de Visualização de Informação, Computação Gráfica e Modelação Geométrica.

O foco da unidade curricular são os algoritmos e técnicas fundamentais da geração e manipulação de imagem em computador. A unidade curricular dá importância ao desenvolvimento de capacidades de aplicação dos conceitos adquiridos, através da sua implementação.

Competências na especificação de requisitos de aplicações gráficas de visualização de informação, na análise das melhores opções no desenvolvimento de aplicações gráficas e na utilização de ferramentas computacionais. Programação e utilização de aplicações de visualização de informação e aplicações gráficas interativas. Uso da Internet como repositório de informação. Iniciativa individual e capacidade de trabalho em grupo. Imaginação e criatividade.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Fundamental knowledge relating to concepts, algorithms, technologies and architectures of Information Visualization, Computer Graphics and Geometric Modelling.

The focus is the algorithms and the key techniques for generation and manipulation of images by computer.

The unit reinforces the importance to the development of capacities for the concepts' implementation.

Skills in the requirements specification of applications for graphical visualization of information, analysis of the best options in the development of graphics applications and the use of computational tools. Programming and use of applications of information visualization and interactive graphics applications. Use of the Internet as an information repository. Individual initiative and skills for group work. Imagination and creativity.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Visualização Computacional, Arquitetura de um Sistema Gráfico Interativo, Cor e Imagem, Sistemas Gráficos, Primitivas Gráficas, Modelos de Linhas, Transformações Geométricas Afins, Visualização em R2 e em R3, Transformações Projetivas, Modelos de Superfícies, Visibilidade, Iluminação, Sombreamento, Texturação, Modelos sólidos.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to Computational Visualization, Architecture of an Interactive Graphics System, Colour and Image, Graphics Systems, Graphics Primitives, Wireframe and free-form modeling, Geometric Transformations, R2 and R3 Viewing, Projective Transformations, Surface Modeling, Visibility, Lighting, Shading, Texturing and Solid modeling.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos, tanto na componente de aquisição formal como na de aplicação de conceitos, através de programação de exercícios adequados, permitem atingir os objetivos definidos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus, both in the components of formal acquisition and application of concepts through appropriate programming of exercises, allow students to achieve the goals set.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

2 Tipos de aulas:

• Aulas destinadas à apresentação e discussão dos conteúdos programáticos

• Aulas destinadas à aplicação de conceitos – programação

Trabalhos de grupo (2 alunos), destinados à realização de trabalhos.

A avaliação tem duas componentes complementares:

Avaliação Contínua: participação ativa nas aulas e trabalhos de grupo – 50%

Exame individual – 50%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

2 Types of classes:

- *Lessons for the presentation and discussion of the syllabus*
 - *Lessons for the application of concepts – programming problems*
- Group work (2 students) for the carrying out of work.*

The evaluation has two complementary components:

- Continuous Assessment: active participation in class and group work - 50%*
Individual examination - 50%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A exposição teórica, a apresentação de exemplos e a resolução de exercícios permite a aprendizagem dos conceitos.

As aulas laboratoriais permitem consolidar os conceitos e exercitar a utilização da API gráfica OpenGL, através da implementação de problemas em C.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The theoretical exposition, the presentation of examples and problem solving allows the learning of concepts.

The laboratory classes allow the consolidation of the concepts and practice using the OpenGL graphics API, through the implementation problems in the C language.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- R. Spence, Information Visualization, Addison-Wesley, 2001.*
D. Hearn, M. Pauline Baker, Computer Graphics with OpenGL, Prentice Hall, 2004.
D.F. Rogers, Procedural Elements for Computer Graphics, MCB McGraw-Hill, 1997.
M. Mäntylä, An Introduction to Solid Modeling, Computer Science Press, 1988.
G. Farin, Curves and Surfaces for CAGD - A Practical Guide, Academic Press, 1997.

Mapa IV - Teoria dos Jogos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Teoria dos Jogos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Game Theory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP – 4*14 = 56 h (14 semanas / 14 weeks)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

João Luís Cardoso Soares (28h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Marta Margarida Braz Pascoal (28h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Expor a modelação matemática de comportamento estratégico. Analisam-se diversos modelos de jogos (de soma zero e de soma geral, cooperativos e não cooperativos, estáticos e dinâmicos, com transferência de utilidades ou sem). Nalguns casos, o objetivo é prever o comportamento dos jogadores. Noutros, será possível encontrar soluções satisfatórias para todos os jogadores. A natureza interdisciplinar deste curso torna-o apelativo para estudantes de gestão, ciências de computação, economia, matemática, ciências políticas, etc.

Esta unidade permite desenvolver as competências instrumentais: conhecimento de resultados matemáticos; capacidade de formular e resolver problemas; conceção ou utilização de modelos matemáticos para situações reais. A nível pessoal desenvolve: expressão escrita e oral rigorosa e clara; competência na utilização de ferramentas computacionais; iniciativa individual e trabalho em equipa; capacidade de investigação e de aprendizagem autónoma; espírito crítico.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Expose students to the mathematical modeling of strategic behavior. Various types of games (zero-sum and general sum, cooperative and noncooperative, static and dynamic, with or without transfer of utilities) are analyzed. In some cases, the goal is to predict the behavior of players in future situations, in other cases, it is possible to find satisfactory solutions to all players. The interdisciplinary nature of this course makes it appealing to students of management, computer science, economics, mathematics, political science, statistics, etc.

This course aims at developing the following skills: knowledge of mathematical results, ability to formulate and solve problems; conception or application of mathematical models to real situations. On the personal level it also allows to develop written and oral expressions, competence in the use of computational tools, individual initiative and teamwork, the ability to do research and independent learning and critical thinking.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Jogos de soma nula (Forma estratégica, dominância, princípio da indiferença, solução de jogos finitos, forma extensiva, jogos recursivos e estocásticos, modelos com um continuum de estratégias puras)*
- *Jogos de soma geral (Jogos cooperativos e não cooperativos, Equilíbrio Nash, modelos de duopólio, jogos cooperativos com e sem transferência de utilidades, solução de compromisso de Nash)*
- *Jogos na forma coligacional (Imputações, núcleo, valor de Shapley, nucleolus)*
- *Jogos Combinatórios (jogos de tirar, nim, soma de jogos combinatórios, jogos em grafos)*

4.4.5. Syllabus:

- **Zero-sum games (Strategic form, matrix games, domination, the principle of indifference, solving finite games, the extensive form of a game, recursive and stochastic games, models with continuous strategies)**
- **General-sum games (cooperative and noncooperative games, Nash equilibrium, models of duopoly, cooperative games with and without utility transference, Nash bargaining solution)**
- **Games in coalitional form (imputations, the core, the Shapley value, the nucleolus)**
- **Impartial combinatorial games (Take-away games, nim, sums of combinatorial games, graph games)**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Na primeira parte analisam-se os jogos mais simples, os de soma zero, e introduz-se terminologia, conceitos e resultados fundamentais de teoria da utilidade. Na segunda parte, analisam-se os jogos de soma geral nas suas vertentes cooperativa e não cooperativa. No caso de jogos cooperativos distingue-se a possibilidade de haver ou não transferência de utilidades entre jogadores. Na terceira parte, analisam-se os jogos na forma coligacional, modelo que melhor se adequa a jogos cooperativos com transferência de utilidades entre mais do que dois jogadores. Transversal a todas as secções é a diferenciação entre modelos estáticos e dinâmicos. Dependendo do tempo, analisaremos jogos combinatórios na quarta e última secção.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In the first part, we analyze the simplest games, the zero-sum games, and we introduce terminology, concepts and fundamental results of utility theory. In the second part we analyze the general-sum games in their cooperative and uncooperative strands. In the case of cooperative games we distinguish the possibility of whether or not utilities may be transferred between players. In the third part we analyze games in coalitional form, which best fits cooperative games with transfer utilities between more than two players. Across all sections we also consider dynamic models. Time permits, we analyze combinatorial games in the fourth and last section.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas de dois tipos: aulas em que o professor expõe os conceitos teóricos e apresenta exemplos, e aulas de discussão de exercícios e de resolução de problemas pelos alunos, pontualmente com recurso a software adequado. Ao longo do semestre é disponibilizado aos alunos apoio tutorial à resolução dos exercícios e à preparação para provas de avaliação.

Há duas modalidades de avaliação: avaliação ao longo do semestre e avaliação por exame final. A avaliação ao longo do semestre pressupõe a realização de duas frequências (85%), a resolução de um conjunto de exercícios entregues individualmente (5%) e a exposição de um trabalho individual (10%). A avaliação por exame final inclui a realização de um exame (90%) e a execução de um trabalho individual (10%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes of two types: classes where the professor presents the theoretical concepts and examples, and classes for exercises discussion and problem solving. Extensive tutorial time is offered to the students to support the solution of the homework assignments and preparation for the various exams.

There are two types of grading: during the semester or by final exam. During the semester there are two mid-term exams (85%), a set of homework assignments handed in individually (5%) and an oral presentation (10%). The final exam option consists of a single exam (90%) and an oral presentation (10%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas permitem introduzir conceitos e técnicas de teoria dos jogos e proceder à sua análise e aplicação num contexto prático através da resolução e discussão de problemas. As metodologias apresentadas nas aulas são aplicadas pelos alunos na resolução de problemas computacionais e nos trabalhos de casa, permitindo-lhes uma melhor compreensão dos conceitos abordados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Classes allow the introduction of concepts and techniques of game theory, and to analyze and apply them in a practical context by means of solving and discussing problems. The methods presented in class are applied by students in computational and homework assignments, leading them to a better

understanding of the concepts explored.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

T. Ferguson, Game Theory, Department of Mathematics, UCLA, 2005 (disponível na página-web do autor).

R. Gillman, D. Housman, Models of Conflict and Cooperation, American Mathematical Society, 2009.

M. Mesterton-Gibbons, An Introduction to Game-Theoretic Modelling, American Mathematical Society, 2000.

R. Gibbons, A Primer in Game Theory, Prentice-Hall, 1992.

P. Klemperer, Auctions: Theory and Practice, Princeton University Press, 2004.

Mapa IV - Processos e Cálculo Estocástico

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processos e Cálculo Estocástico

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Stochastic Processes and Calculus

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

*TP – 4*14 = 56h (14 semanas / 14 weeks)*

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Ana Cristina Martins Rosa (14h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Maria de Nazaré Simões Quadros Mendes Lopes (14h)

Paulo Eduardo Aragão Aleixo Neves de Oliveira (14h)

Maria Esmeralda Elvas Gonçalves (14h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Um dos objetivos desta unidade é fornecer os fundamentos teóricos e os instrumentos matemáticos essenciais ao estudo de processos estocásticos e ilustrar a sua utilização na análise de fenómenos aleatórios que evoluem com o tempo. São dadas a conhecer as principais classes de processos estocásticos com aplicação nas várias áreas da ciência, da tecnologia e, em particular, das finanças. A introdução ao cálculo estocástico, com a apresentação de conceitos e técnicas básicas sobre integração estocástica e equações diferenciais estocásticas, é outro objetivo da unidade.

Esta unidade permite desenvolver as seguintes competências instrumentais: capacidade de cálculo; utilização de ferramentas computacionais; conhecimento de resultados matemáticos; generalização e abstração; formulação e resolução de problemas e conceção ou utilização de modelos matemáticos em situações reais. A nível pessoal permite desenvolver a iniciativa individual, o trabalho em equipa, a aprendizagem autónoma.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

provide the theoretical foundations and the essential mathematical tools for the study of stochastic processes and to illustrate their application in describing and analyzing time-dependent random phenomena. We also present the main classes of stochastic processes that are widely employed in several fields of science, technology, and specially finance. Another goal of this unit is to introduce stochastic calculus. Here, some basic theory and techniques of stochastic integration and stochastic differential equations are covered, at an elementary level.

This course allows developing the following skills: ability to calculate; using computational tools; knowledge of mathematical results; ability to generalize and abstract; formulating and solving problems; design and use of mathematical models for real situations. On a personal level, it allows to develop individual initiative, teamwork and independent learning.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Revisão de distribuições condicionadas e esperança condicionada.

Introdução aos processos estocásticos: motivação e definição; processos gaussianos, fraca e fortemente estacionários, de acréscimos independentes e estacionários, de Markov, martingalas; exemplos clássicos: passeio aleatório, processos de Poisson, processo de Wiener e movimento browniano geométrico. Cadeias de Markov a tempo discreto: probabilidades de transição, equações de Chapman-Kolmogorov; classificação dos estados; absorção; comportamento assintótico.

Cadeias de Markov a tempo contínuo: funções de probabilidade de transição, gerador infinitesimal; equações diferenciais de Kolmogorov; tempos de espera nos estados; cadeia embebida; comportamento assintótico; processos de nascimento e morte.

Noções básicas de cálculo estocástico: integral de Riemann-Stieltjes e funções de variação limitada; integral de Itô; processo de Itô e diferenciais estocásticos; as equações de Black-Scholes e de Langevin; teorema de Girsanov.

4.4.5. Syllabus:

Review of conditional distribution and conditional expectation.

Introduction to stochastic processes – motivation and definition; Gaussian processes, strong and weak stationary processes, stationary and independent increment processes, Markov processes and martingales; classical examples: random walk, Poisson processes, Wiener process and geometric Brownian motion.

Discrete time Markov chains – transition probabilities; Chapman-Kolmogorov equations; classification of states; absorption; long-run behavior.

Continuous time Markov chains – transition probability functions; infinitesimal generator; finite dimension distributions; Kolmogorov differential equations; explosion; waiting times; embedded chain; long-run behavior; birth and death chains and queuing chains.

Foundations of stochastic calculus – Riemann-Stieltjes's integral and bounded variation functions; Itô's integral; Itô processes and stochastic differentials; Black-Scholes and Langevin's equations; Girsanov theorem.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O programa segue o plano padrão de um curso introdutório sobre processos estocásticos, sem recorrer à teoria da medida. Inicia-se com a apresentação das noções fundamentais da teoria dos processos estocásticos, incluindo as principais classes de processos bem como os modelos clássicos que nelas se enquadram.

Prossegue, então, com o estudo aprofundado das cadeias de Markov homogéneas a tempo discreto e contínuo, ilustrado através de vários exemplos típicos, tais como os processos de reserva de risco, de ramificação e de nascimento e morte.

A última parte do curso é dedicada aos conceitos e às ferramentas essenciais do cálculo estocástico. Em particular, efetua-se uma breve abordagem às equações diferenciais estocásticas e sua resolução, com destaque para a equação de Black-Scholes, dada a sua importância em matemática financeira. Por fim, apresentam-se as técnicas subjacentes à mudança de medida num espaço de probabilidade, tendo em vista o teorema de Girsanov.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus follows the standard practice for an introductory course on stochastic processes without measure theory. It begins with the presentation of the main concepts of the theory of stochastic processes, including the major classes of processes as well as the most popular models. The next part is dedicated to the study of homogeneous Markov chains in discrete and continuous time. In this framework, several typical examples such as branching processes, risk processes and birth and death chains will be discussed.

With respect to stochastic calculus, we take up the construction of Itô processes, followed by the essential tools of stochastic integration. These tools allow us to briefly introduce stochastic differential equations and to present some usual methods for solving them, paying special attention to Black-Scholes' equation due to its relevance in finance. Finally, change of measure techniques will be presented, with Girsanov's theorem in view.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é ministrado em sessões teórico-práticas, baseadas num texto de apoio. As aulas são essencialmente expositivas e incluem exemplos de aplicação da matéria leccionada. É fornecido aos alunos um diversificado conjunto de exercícios que propicia a apreensão e a consolidação dos conhecimentos. Além disso, os alunos desenvolvem, durante o semestre, um trabalho prático que envolve a simulação de trajetórias de alguns modelos estudados. Semanalmente, é disponibilizado um tempo de orientação tutorial por forma a auxiliar os alunos a ultrapassarem as suas eventuais dificuldades.

Há 2 modalidades de avaliação: avaliação contínua e por exame final. A avaliação contínua pressupõe a realização de 3 pequenos testes, 1 frequência (com peso total de 85%) e de um trabalho computacional, elaborado individualmente ou em grupos de 2 alunos (com peso de 15%). A avaliação por exame final inclui a realização de um exame escrito (com peso 85%) e de um trabalho computacional sujeito às mesmas regras.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Based on printed notes, classes are expository and include examples for applying the acquired knowledge. A complete set of training exercises are provided to students. Their resolution is a crucial complement to the course and helps them to prepare for the written tests. During the semester, students develop a computational assignment involving the simulation of trajectories of some stochastic models studied in classes.

Weekly, tutorial time is offered in order to help students to overcome their learning difficulties.

There are 2 types of grading: during the semester or by final examination.

Grading during the semester requires taking 3 small tests, a mid-term exam (85% of the final grade) and doing a computational assignment (done individually or by a team of 2 students and representing 15% of the final grade).

Grading by final examination includes taking an exam (85% of the final grade) and doing a computational assignment (15% of the final grade).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas teórico-práticas permitem expor, discutir e exemplificar a teoria matemática subjacente ao estudo dos processos estocásticos. Os modelos e os métodos apresentados nas aulas são depois aplicados pelos alunos na resolução dos exercícios propostos, permitindo-lhes uma melhor compreensão e consolidação dos tópicos abordados.

O trabalho computacional contribui para enriquecer a formação dos alunos a nível prático e reforça a sua perceção da dinâmica inerente à evolução temporal dos modelos estudados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Classes allow the exposition, the discussion and the illustration of the mathematical background needed for the study of stochastic processes. By solving the proposed exercises, students are led to a better understanding of the subjects taught in classes and to enhance their performance in tests and exams. The computational assignment gives a significant contribution to the development of students' practical skills and reinforces their perception of the dynamics inherent to the temporal evolution of stochastic processes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

R. Durrett, *Essentials of Stochastic Processes*, Springer-Verlag, 1999.

D. Foata, A. Fuchs, *Processus Stochastiques*, segunda edição, Dunod, 2004.

G.R. Grimmett, D.R. Stirzaker, *Probability and Random Processes*, terceira edição, Clarendon Press, Oxford Science Publications, 2001.

S. Karlin, H.M. Taylor, *A First Course in Stochastic Processes*, Academic Press, 1975.

S. Karlin, H.M. Taylor, *An Introduction to Stochastic Modeling*, terceira edição, Academic Press, 1998.

H. Kuo, *Introduction to Stochastic Integration*, Springer-Verlag, 2006.

T. Mikosch, *Elementary Stochastic Calculus*, Advanced Series on Statistical Science and Applied Probability, Vol.6, World Scientific, 2006.

D. Muller, *Processos Estocásticos e Aplicações*, Almedina, 2007.

R. Serfozo, *Basics of Applied Stochastic Processes*, Springer-Verlag, 2009.

Mapa IV - ÓMICAs Aplicadas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

ÓMICAs Aplicadas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied OMICs

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BCOMP

4.4.1.3. Duração:

1 semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP - 60

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Irina de Sousa Moreira (40h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Joana Vanessa Cordeiro Melro Mourão (10h)

Conceição Egas (10h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Nos últimos anos o aperfeiçoamento e desenvolvimento de várias plataformas tecnológicas tem levado ao aparecimento de um elevado número de dados resultantes das várias ciências "ÓMICAS" entre elas a (meta)genómica, transcriptómica, proteómica e metabolómica. Compreender a contribuição dos dados resultantes das "ÓMICAS" para a resolução de problemas biológicos complexos, tem sido o grande desafio dos últimos anos. O objetivo principal deste unidade curricular é dotar os estudantes de conhecimentos e ferramentas biológicas e computacionais necessárias para a aquisição, integração, processamento, armazenamento e manipulação de dados provenientes de diferentes plataformas de sequenciação e repositórios públicos. Os alunos serão capazes de consultar e interpretar dados disponíveis em repositórios públicos de genómica, metabolómica e proteómica variados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The improvement and development of new technologies in the last years has led to an increase in the number of publicly available omics data, including from (meta)genomic, transcriptomic, proteomic and metabolomics. Understanding the meaningful insights brought by omic's data for solving complex biological problems, is now one of the most significant challenges of our days. The main goal of this unit is to provide the students with biological and computational knowledge and tools for the acquisition, integration, processing, storage and handling of data from different sequencing platforms and public repositories. Students will be able to consult and interpret available data em public datasets of genomics, metabolomics and proteomics.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Desenho experimental de estudos de "ÓMICAS".*
- 2. Introdução a plataformas para aquisição de dados ómicos.*
- 3. Utilização dos dados de sequenciação no estudo da metagenómica funcional, taxonómica e comparativa: ferramentas disponíveis e bases de dados de referência.*
- 4. Submissão dos dados de sequenciação em repositórios públicos.*
- 5. Introdução às bases de dados de "ÓMICAS": exemplo do cancro.*
- 6. Pesquisa, aquisição, integração, processamento e armazenamento de bases de dados.*
- 7. Farmacogenómica e terapia direcionada.*
- 8. Vias/redes de análise de dados.*
- 9. Redes de interações proteína-proteína.*
- 10. Proteómica: classificação do "folding", da estrutura à função das proteínas.*
- 11. Estrutura de moléculas biológicas.*
- 12. Complexos proteicos e interacões moleculares.*
- 13. Visualização de dados.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Experimental design of omics studies.*
- 2. Introduction to platforms for omics data acquisition.*
- 3. Use of sequencing data for the study of functional, taxonomy and comparative (meta)genomic: available tools and reference databases.*
- 4. Submission of sequencing data to public repositories.*
- 5. Introduction to databases of Omic's data: example of cancer.*

6. *Search, acquisition, integration, processing and storage of databases.*
7. *Pharmacogenomics and target therapy.*
8. *Pathway/networks of data analysis.*
9. *Protein-protein interaction networks.*
10. *Proteomics: folding classification and function-from-structure for proteins.*
11. *Structure of biological molecules*
12. *Protein complex formation and molecular interactions.*
13. *Data visualization.*

4.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

As metodologias de ensino partem do conhecimento adquirido nas aulas teórico-práticas e estão relacionadas com as várias sub-áreas em causa: 1. Projetar uma experiência de metagenómica, escolher as ferramentas adequadas para análise de dados, gerar e interpretar resultados e comparar o metagenoma com outros conjuntos de dados de metagenómica; 2. Compreender a estrutura tridimensional de moléculas biológicas, identificar motivos estruturais básicos e forças motrizes para o folding; 3. Identificar vias principais e redes proteína-proteína.

4.4.6. **Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

The teaching methodologies goes from the knowledge acquired during the theoretical-practical classes and are related with the various sub-areas in study: 1. Design a metagenomics experiment, choose the adequate tools for data analysis, generate and interpret results, and compare the metagenome to other metagenomic datasets.; 2. Understand the tridimensional structure of biological molecules, identify basic structural motifs and driving forces for folding; 3. Identify major pathways and protein-protein networks.

4.4.7. **Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

Metodologias de Ensino:

1. *Aulas teórico-práticas com exposição de slides, filmes didáticos e vários exemplos de aplicações práticas.*
2. *O acompanhamento das aulas teóricas deverá ser feito através da consulta da bibliografia (livros, sites e artigos científicos seleccionados pelos docentes da unidade curricular).*
2. *Resolução de problemas biológicos através do desenvolvimento prático de projetos de grupo - oral (15%) e apresentação escrita (35%).*
3. *Exame final (50%; sem consulta).*

4.4.7. **Teaching methodologies (including students' assessment):**

Teaching methodologies:

1. *Theoretical-practical classes with slides exposition, educational movies and several example.*
2. *In addition to theoretic classes, students should consult the selected literature (books, websites and scientific articles).*
3. *Solving biological problems through a practical group project development - oral (15%) and written presentation (35%).*
4. *Final exam (50%; without consultation).*

4.4.8. **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

O conteúdo programático foi escolhido no sentido de criar a oportunidade para aprofundar o conhecimento numa área específica de interesse dentro de um ambiente colaborativo e de acordo com os objetivos da unidade curricular.

Os alunos serão iniciados numa área inovadora e sua capacidade de síntese e abstração serão testadas durante o trabalho de investigação. O exame final permitirá a uma avaliação global do conhecimento do curso de forma personalizada.

4.4.8. **Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:**

The program content was chosen in order to create the opportunity to deepen knowledge in a specific area of interest within a collaborative environment and in accordance with the objectives of the curricular unit.

Students will be initiated in an innovative area and their ability to synthesize and abstraction will be tested during the research work. The final exam will allow a global assessment of the course knowledge in a personalized way.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. **"Bioinformatics for Beginners - Genes, Genomes, Molecular Evolution, Databases and Analytical Tools", Supratim Choudhuri, 2014, Academic Press.**
2. **"Introduction to Proteins: Structure, Function, and Motion, Second Edition", Amit Kessel, Nir Ben-Tal, 2018, Chapman and Hall/CRC.**
3. **"Next-generation Sequencing Data Analysis". Xinkun Wang, 2016, Chapman and Hall/CRC.**
4. **"Bioinformatics - Volume I and II". Jonathan M. Keith, 2017, Methods in Molecular Biology, Springer Protocols.**
5. **"From Protein Structure to Function with Bioinformatics". Daniel J. Rigden, 2017, Springer.**

Mapa IV - Bioinformática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Bioinformática

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Bioinformatics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

4.4.1.3. Duração:

1 semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T – 30; PL – 30

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Joel Perdiz Arrais (50h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Maria da Conceição Venâncio Egas (10h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Conhecer de forma sistemática os principais algoritmos e ferramentas utilizados em Biologia Computacional. Em particular, é objetivo focar nos métodos de análise e de anotação de sequências, algoritmos com aplicação em proteómica e na área da biologia de sistemas, e em especial nas redes de regulação genómicas.

No fim da unidade curricular os alunos devem ser capazes de utilizar os principais ferramentas Bioinformáticas, aplicar algoritmos de análise de comparação de sequências e de estruturas, analisar dados de expressão e analisar dados de redes biológicas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Systematic comprehension of the main algorithms and tools used in Computational Biology. In particular, it is aim to focus on methods of analysis and annotation of sequences, application algorithms in proteomics and in the area of systems biology, and especially in genomic regulatory networks. At the end of the course unit students should be able to use the main Bioinformatics tools, apply sequence and structure comparison analysis algorithms, analyze expression data and analyze biological network data.

4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Introdução e Conceitos Fundamentais***

a. Desafios Computacionais em Biologia Computacional

b. Bases de dados e bibliotecas Bioinformáticas

2. Métodos para análise da sequência

a. Alinhamento Global e Local de sequências (Needleman e Wunsch; Smith e Waterman)

b. Funções de penalização e métodos Heurísticos (BLAST)

c. Avaliação de Alinhamentos Múltiplos (PSI-BLAST; Clustal-W)

d. Evolução e Reconstrução de árvores filogenéticas

e. Anotação de de genomas (HMM)

3. Previsão da estrutura secundária do RNA

a. Métodos baseados na maximização de pares

b. Métodos baseados na minimização da energia

4. Bases genómicas de doenças humanas

a. Genómica Populacional

b. Tecnologias de sequenciação e assemblagem

c. Variações genéticas e doenças

d. Análise da expressão génica. Clustering e classificação.

5. Redes Biológicas

a. Propriedades Teóricas de Redes Biológicas

b. Descoberta de padrões e de assinaturas (network motifs)

4.4.5. Syllabus:***1. Introduction and Key Concepts***

a. Computational Challenges in Computational Biology

b. Databases and Bioinformatic libraries

2. Methods for sequence analysis

a. Global and local sequence alignment (Needleman and Wunsch, Smith and Waterman)

b. Penalty functions and Heuristic methods (BLAST)

- c. *Multiple Sequence Alignments (PSI-BLAST, Clustal-W)*
- d. *Molecular evolution and Phylogenetic Tree Reconstruction*
- e. *Annotation of genomes (HMM)*
- 3. *Prediction of RNA secondary structure*
 - a. *Base-pairs maximisation methods*
 - b. *Energy minimisation methods*
 - b. *Clustering and classification*
- 4. *Genomic basis of Human diseases*
 - a. *Human Population genomics*
 - b. *DNA sequencing and Assembly*
 - c. *Genetic variations and diseases*
 - d. *Gene expression analysis. Clustering and classification.*
- 5. *Biological Networks*
 - a. *Theoretical properties of Biological Networks*
 - b. *Discovery of patterns and signatures (network motifs)*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Dada a natureza integrativa de conhecimentos da unidade curricular o capítulo 1 fornece uma contextualização e motivação assim como uma revisão das principais Bases de dados e ferramentas em Biologia Computacional. A organização dos capítulos seguintes reflecte as principais sub-áreas da Bioinformática, estando organizada no sentido genoma->função integrada de entidades biológicas. Deste modo o capítulo 2 e 3 dedica-se a algoritmos para a análise da sequência, DNA e RNA, o capítulo 4 à análise dados de Genómica Populacional, e o capítulo 5 a redes biológicas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Given the integrative nature of knowledge of the curricular unit, Chapter 1 provides a background and motivation and a review of main Databases and tools on Computational Biology. The organization of the following chapters reflects the main sub-field of Bioinformatics, starting in the genome towards the function of biological entities. Therefore, chapter 2 and 3 is devoted to algorithms for DNA and RNA sequence analysis, chapter 4 to population genomics, and chapter 5 to biological networks.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina encontra-se dividida em aulas de natureza expositiva e em aulas Práticas-Laboratoriais. Na primeira é exposta a matéria numa vertente mais teórica, sem no entanto deixar de promover a participação activa dos alunos. Pretende-se desenvolver nestes a capacidade de raciocínio e de integração de conhecimentos e estimular o seu espírito crítico. As aulas Práticas vão possibilitar, ao aluno, explorar os conceitos adquiridos. Seguir-se-à uma abordagem orientada ao problema através do lançamento de desafios que relacionem conhecimento interdisciplinar.

Avaliação: exame 40%, trabalho de investigação 60%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is divided into expository and laboratory classes. The first is dedicated to present the content in a more theoretical approach, without failing to include the active participation of students. The aim is to develop their's reasoning ability and integration of knowledge and stimulate their critical thinking. Practical classes will enable the student to explore the acquired concepts. Those will follow a problem oriented approach by launching challenges that require knowledge integration, and wherever possible, the use of working groups and discussion.

Assessment: exam 40%, research work 60%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas teóricas são predominantemente expositivas, com o objetivo de ensinar aos alunos os conhecimentos básicos em Biologia Computacional e as suas aplicações. Nas aulas práticas os alunos resolvem problemas concretos que lhes permitem aplicar os conhecimentos adquiridos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The lectures are predominantly expository, in order to teach students the basic knowledge in Computational Biology and its applications. In practical classes students solve real problems that allow them to apply the acquired knowledge.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Ramsundar, Bharath, et al. Deep Learning for the Life Sciences: Applying Deep Learning to Genomics, Microscopy, Drug Discovery, and More. " O'Reilly Media, Inc.", 2019. ISBN: 978-1492039839

Moses, Alan. Statistical Modeling and Machine Learning for Molecular Biology. Chapman and Hall/CRC, 2017.

Waterman, Michael. Introduction to Computational Biology: Maps, Sequences, and Genomes. Boca Raton, FL: CRC Press, 1995. ISBN: 0412993910.

Durbin, Richard, Graeme Mitchison, S. Eddy, A. Krogh, and G. Mitchison. Biological Sequence Analysis: Probabilistic Models of Proteins and Nucleic Acids. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1997. ISBN: 0521629713.

Jones, Neil, and Pavel Pevzner. An Introduction to Bioinformatics Algorithms. Cambridge, MA: MIT Press , 2004. ISBN: 0262101068.

Mapa IV - Aprendizagem Computacional em Biologia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Aprendizagem Computacional em Biologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Machine Learning in Biology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

4.4.1.3. Duração:

1 semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T – 30; TP – 30

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Bernardete Martins Ribeiro (30h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Joel Perdiz Arrais (30h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular tem, entre outros, os seguintes objetivos:

- *Abordar a extração, transformação e carregamento de dados, otimização e administração de data warehouses e bases de dados multidimensionais.*
- *Estudar o tratamento de dados e técnicas de data mining (seleção e pré-processamento; algoritmos; e visualização).*
- *Explorar várias aplicações, formalizando-as como modelos analíticos nos mais diversos domínios.*
- *Comparar modelos paramétricos e não paramétricos;*
- *Especificar as métricas de avaliação de modelos.*
- *Aprofundar tópicos avançados de redução da dimensionalidade.*
- *Estudar a validação de dados.*
- *Efetuar o projeto de um sistema inteligente de reconhecimento de padrões em aplicações no domínio da Biologia Computacional.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This curricular unit has, among other, the following objectives:

- *To extract, transform and load the data, optimization and administration of data warehouses and multidimensional databases.*
- *To perform data analysis (pre-processing and feature selection; algorithms; and visualization).*
- *To explore various applications, formalizing them with analytical models in various domains.*
- *To compare parametric and nonparametric models.*
- *To specify evaluation models - To deepen advanced topics of data reduction dimensionality.*
- *To study data validation methods.*
- *To design an intelligent pattern recognition system in the domain of Computational Biology.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Discriminação de padrões*
2. *Métodos de pré-processamento de dados*
3. *Extração e Seleção de características*
4. *Redução Dimensionalidade*
5. *Métodos não supervisionados: Agrupamento de dados*
6. *Seleção de Modelos: Métodos Paramétricos e Métodos não Paramétricos:*
7. *Métodos de Kernel*
8. *Avaliação de Modelos e Amostragem: Bootstrapping, Boosting*

4.4.5. Syllabus:

1. *Pattern Discrimination*
2. *Data pre-processing*
3. *Feature Selection and Feature Extraction*
4. *Dimensionality Reduction*

5. Unsupervised Methods: Clustering**6. Model Selection: Parametric and Non-Parametric Models.****7. Kernel methods****8. Model Assessment; Sampling: Bootstrapping, Boosting****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

Esta unidade curricular é sobre a aplicação de modelos e técnicas fundamentais de reconhecimento de padrões ao domínio da biologia computacional. Os conteúdos estudados pretendem ministrar os conceitos fundamentais (pontos 1 e 2) para o desenvolvimento de um sistema de PR. Fases de construção: pré-processamento, extração e seleção de características, classificação, teste e validação. Pontos 3, 4 e 5: principais abordagens de classificação. Ponto 3: algoritmos de agrupamento de dados, não (e semi) supervisionados, muito úteis nos casos em que a informação é não etiquetada. Nos pontos 4 e 5 focaremos os métodos paramétricos (estimação Bayesiana e risco) e não paramétricos (de estimação da densidade e o algoritmo k-vizinhos mais próximos). O ponto 6 foca-se na redução da dimensionalidade (e.g. PCA) e no ponto 7 são estudados os métodos de kernel. No ponto 8 são dados os instrumentos (métricas de avaliação, curvas ROC, etc.) necessários à avaliação de classificadores.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This course is about the application of fundamental techniques. The contents introduce the main concepts (points 1 and 2) for the development of an intel system. The phases for the construction of a pattern recognition system are also presented: preprocessing, feature extraction and feature selection, classification, test and validation. The main approaches for classification are covered in the points 3, 4 and 5. Point 3: clustering algorithms un(semi)-supervised with acclaimed importance for the unlabelled existing information. Points 4 and 5 we will be focused on parametric methods (Bayesian and risk estimation) and nonparametric (density estimation and k-nearest neighbors). Dimensionality reduction is studied in point 6 and kernel methods in point 7. The tools for classifier assessment (e.g. evaluation metrics, ROC curves, etc.) essential for classifiers design are covered in point 8.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas T: exposição detalhada com meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e resolução de exercícios práticos elementares que concretizem o interesse prático da matéria e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais. Aulas TP em que os alunos resolvem exercícios de aplicação prática, que exijam a conjugação de conceitos teóricos distintos e promovam o raciocínio crítico. Na avaliação, abrangendo toda a matéria lecionada, pretende-se focar, de forma clara, tanto os conceitos teóricos de base como a capacidade para resolver problemas complexos.

Avaliação: exame 60%, trabalho de investigação 40%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes with detailed presentation, using audiovisual means, of concepts, principles and fundamental theories and solving of basic practical exercises to illustrate the practical interest of the subject and exemplify its application to real cases. Theoretical-practical classes where the students solve practical exercises, which require the combination of different theoretical concepts and promote critical reasoning. The evaluation, which covers all the taught matters, clearly is focused on both the basic theoretical concepts and the ability to solve complex problems.

Assessment: exam 60%, research work 40%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino estão em consonância com os objetivos da UC, com (a) aulas T de exposição conceptual dos modelos e práticas de reconhecimento de padrões, passando depois (b) em aulas PL pela realização de Projeto de reconhecimento de padrões com aplicação a um caso prático o que permite enriquecer a componente experimental -hands-on, útil para dominar as técnicas de projeto de experiências e análise de resultados. A estratégia e o método de ensino procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, e desenvolvimento de competências técnicas específicas, genéricas, instrumentais, pessoais e sistémicas. Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas Te os exercícios de aplicação prática das aulas TP estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, raciocínio crítico, aplicar na prática os

conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies are in coherence with the course objectives due to: (a) theoretical classes cover conceptual lecturing of the pattern recognition techniques; (b) the Project allows to enrich the experimental component since there is a hands-on approach: (1) design of experiments; (2) analysis of results; and (3) validation of results. Beyond that, students are committed to endorse a real application in the PR field.

The teaching strategy and methods aim at engaging the student in the learning process and personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal

and systemic nature. With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in the TP classes, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, analysis and synthesis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

• Bishop, C.M., "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer Verlag, 2016

• Duda, R. O., Hart, P.E., and Stork, D.G., "Pattern Classification" 2nd ed. Wiley Interscience (2001)

• J.P. Marques de Sá, "Pattern Recognition: Concepts, Methods and Applications", 2001, XIX, 318 p., 197 illus., Springer-Verlag (2001)

• M. N. Murty and V. S. Devi, "Pattern Recognition: An Algorithmic Approach", Springer, 1st Edition., XII, 263 p. (2011)

• Ramsundar, Bharath, et al. Deep Learning for the Life Sciences: Applying Deep Learning to Genomics, Microscopy, Drug Discovery, and More. " O'Reilly Media, Inc.", 2019. ISBN: 978-1492039839

Mapa IV - Inteligência Artificial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Inteligência Artificial

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Artificial Intelligence

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

4.4.1.3. Duração:

1 semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T – 30; PL – 30; O - 2

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Opcional***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luís Miguel Machado Lopes Macedo (32h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Fernando Amílcar Bandeira Cardoso (30h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Fornecer aos estudantes conceitos, princípios e teorias avançadas necessárias para o desenvolvimento de aplicações reais envolvendo agentes ou sistemas com capacidades de raciocínio, comportamento e interação com os seus ambientes de forma inteligente.**Aquisição de competências em análise e síntese, organização e planificação, comunicação escrita, resolução de problemas, decisão, trabalho em grupo, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma, aplicação prática dos conhecimentos, e investigação.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***To provide the students with advanced concepts, principles and theories required for building real world applications with agents or systems that can reason, behave or interact with their environment in an intelligent way by learning and reasoning about the real world.**Acquiring competencies in synthesis and analysis, organization and planning, written communication, problem solving, decision-making, team work, critical reasoning, autonomous learning, practical application of theoretical knowledge, and research.***4.4.5. Conteúdos programáticos:****1. Agentes Autónomos e Sistemas Multi-Agente****1.1 Agentes e ambientes****1.2 Taxonomia de agentes****1.3 Arquitetura BDI****1.4 Logica para representação de conhecimento e raciocínio****1.5 Engenharia de software orientada a agentes****1.6 Comunicação****1.7 Estabelecimento de acordos: negociação e argumentação****1.8 Trabalho conjunto: cooperação e coordenação****2. Conhecimento e Raciocínio com Incerteza****2.1 Quantificação de incerteza****2.2 Raciocínio probabilístico****2.3 Raciocínio probabilístico com tempo****2.4 Decisão e ação: decisões simples e sequenciais****3. Aprendizagem Simbólica**

- 3.1 Aprendizagem de espaço de versões baseada em exemplos**
- 3.2 Aprendizagem baseada em explicações**
- 3.3 Programação em Lógica Indutiva**
- 3.4 Aprendizagem baseada em Instâncias**
- 3.5 Aprendizagem Bayesiana; aprendizagem de Redes Bayesianas**

4 Aprendizagem por Reforço

- 4.1 Aprendizagem por Reforço Passiva e Ativa**
- 4.2 Exploração vs. Uso**
- 4.3 Generalização**
- 4.4 Procura de Políticas**

5. Aplicações

6. Aspetos Filosóficos e Éticos

4.4.5. Syllabus:

1. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems

- 1.1 Agents and environments**
- 1.2 Taxonomy of agents**
- 1.3 BDI Architecture**
- 1.4 Logic for Knowledge Representation and Reasoning**
- 1.5 Agent-oriented software engineering**
- 1.6 Agent communication**
- 1.7 Establishing agreements: negotiation and argumentation**
- 1.8 Working together: cooperation and coordination**

2. Knowledge and Reasoning with Uncertainty

- 2.1 Quantification of uncertainty**
- 2.2 Probabilistic reasoning**
- 2.3 Probabilistic reasoning over time**
- 2.4 Decision-making and action: single and sequential decisions**

3. Symbolic Learning

- 3.1 Example-based version space learning**
- 3.2 Explanation-based learning**
- 3.3 Inductive Logic Programming**
- 3.4 Instance-based Learning**
- 3.5 Bayesian learning; learning Bayesian Networks**

4 Reinforcement Learning

- 4.1 Passive and Active Reinforcement Learning**
- 4.2 Exploration vs. Exploitation**
- 4.3 Generalization**
- 4.4 Policy search**

5. Applications

6. Philosophical and Ethical Issues

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos cobrem aspetos fundamentais da área que não estão cobertos pela unidade introdutória lecionada no 1º ciclo, abrindo ao mesmo tempo o campo de conhecimento para tópicos atuais de impacto significativo tanto em áreas aplicacionais como de investigação.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus covers fundamental aspects of the area that are not covered by the introductory curricular unit taught in the 1st cycle, while opening the field of knowledge to current topics of significant impact both in applicational and in research areas.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Adota-se uma Aprendizagem Baseada em Projeto, direcionada para a aquisição de competências pela realização de um trabalho laboratorial (projeto) com uma elevada componente de investigação, que exija a conjugação de conceitos teóricos e promova o raciocínio crítico face a problemas complexos. O trabalho compreende a escrita de um artigo científico, descrevendo o trabalho realizado, bem como a sua apresentação e defesa. As aulas teóricas envolvem exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais da Inteligência Artificial.

Avaliação: exame 40%, trabalho de investigação 60%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

A Project Based Learning approach is adopted, directed towards competence acquisition through the development of a laboratory work (project) with a high research component, demanding the combination of theoretical concepts and promotes critical reasoning over complex problems. The work comprises the writing of a scientific article, describing the work done, as well as its presentation and defense. Theoretical classes comprise detailed presentation of Artificial Intelligence concepts, principles and fundamental theories.

Assessment: exam 40%, research work 60%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A Aprendizagem Baseada em Projeto favorece a aquisição de competências em contexto e envolve os alunos no processo de aprendizagem, reforçando a motivação, sendo adequada às competências-alvo da unidade curricular. A escrita de um artigo, a apresentação e defesa do Projeto, assim como a Prova Escrita, desempenham também papel relevante na elaboração e no aprofundamento dos conceitos abordados, facilitando a sua apropriação.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Project Based Learning promotes the acquisition of skills in context and engages students in the learning process, enhancing motivation, and is thus appropriate to the target competences of the course. The writing of an article, the presentation and defense of the project, as well as the written test, also play an important role in the development and deepening of the concepts covered and in facilitating their appropriation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Wooldridge, Michael. An introduction to MultiAgent Systems, 2nd. Edition, John Wiley, 2009.

- Russell, Stuart, and Norvig, Peter. Artificial Intelligence: a Modern Approach, 3rd. Edition, Prentice Hall, 2016.

- **Chitta Baral, "Knowledge Representation, Reasoning and Declarative Problem Solving", Cambridge University Press, 2014**

- **"The Description Logic Handbook: Theory, Implementation and Applications", Franz Baader, Diego Calvanese, Deborah L. McGuinness, Daniele Nardi, Peter F. Patel-Schneider, Cambridge University Press, 2010**

- **L Sterling and E Shapiro, "The Art of Prolog: Advanced Programming Techniques (Logic Programming) (2nd ed.)", MIT Press, 1994**

- **I Bratko, "Prolog Programming for Artificial Intelligence", Addison-Wesley, 2011**

Mapa IV - Algoritmos de Diagnóstico e de Auto-Regulação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Algoritmos de Diagnóstico e de Auto-Regulação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Diagnosis and Self.-Regulation Algorithms

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

4.4.1.3. Duração:

1 semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T – 30; TP – 40; OT – 5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

António Dourado Pereira Correia (75h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Capacidade de utilização dos principais algoritmos quantitativos usados no diagnóstico de sistemas fisiológicos mais comuns (cardiovascular, respiratório, digestivo, urinário, etc.)

Tratamento avançado de sinais fisiológicos para extrair as suas características no domínio temporal e de frequência.

Análise teórica das funções homeostáticas e de auto-regulação dos sistemas fisiológicos humanos. Projecto de sistemas de regulação de próteses e de equipamentos clínicos e hospitalares.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To know how to use the main quantitative algorithms used in the diagnosis of most common physiological systems (cardiovascular, respiratory, digestive, urinary tract, etc.)

Advanced treatment of physiological signals to extract their characteristics in temporal and frequency domains.

Theoretical analysis of homeostatic and self-regulation functions of human physiological systems. Design regulation systems for prostheses and clinical and hospital equipment.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Extracção das características de sinais fisiológicos para diagnóstico (no domínio temporal e de frequência).

Transformadas de Discretas de Fourier e de coseno . Onduletas no domínio temporal e de frequência, em aplicações biomédicas. Algoritmos de diagnóstico dos: sistemas cardio-vascular, respiratório, digestivo, urinário, etc.

- Séries temporais lineares e não lineares e seu uso em Medicina.

- Identificação de Sistemas Fisiológicos: modelos paramétricos e não paramétricos. Identificabilidade em malha aberta e em malha fechada.

- Optimização e Auto-Regulação em Sistemas Fisiológicos. Auto-adaptação em fisiologia.

4.4.5. Syllabus:

Extraction of physiological characteristics for diagnosis (in the time and frequency domains). of Discrete Fourier and cosine transforms. Wavelets, in the time and frequency domains, for biomedical applications.

Diagnostic algorithms: cardio-vascular, respiratory, digestive, urinary, systems etc.

- Linear and non-linear time series and its use in medicine.

- Identification of Physiologic Systems: parametric and nonparametric models. Identifiability in open and closed loop.

- Optimization and self-regulation in physiological systems. Self-adaptation in physiology

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos são uma visão detalhada de todos os aspetos mencionados nos objetivos da unidade.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus is a detailed elaboration on all the aspects mentioned in the unit's objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas serão sobretudo de discussão da matéria com os alunos e de resolução de problemas de aplicação da teoria (com apoio de médicos). Nas aulas práticas laboratoriais os alunos desenvolverão aplicações computacionais para diagnóstico e auto-regulação, desenvolvendo as suas capacidades de autoaprendizagem e busca de conhecimento.

Avaliação: exame 60%, trabalho de investigação 40%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lectures will be mainly for discussing subjects with the students and problem-solving for theory application (with support from medical doctors). In the laboratory classes, students will develop computer applications for diagnostics and self-regulation, enhancing their self-learning and quest for knowledge skills.

Assessment: exam 60%, research work 40%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Pretende-se que os alunos desenvolvam capacidades de utilização dos principais algoritmos quantitativos usados no diagnóstico dos sistemas fisiológicos mais comuns, de análise teórica das funções homeostáticas e de auto-regulação dos sistemas fisiológicos humanos e que sejam capazes de elaborar projectos de sistemas de regulação de próteses e de equipamentos clínicos e hospitalares. A metodologia de ensino utilizada centrarse na solução de problemas práticos e no desenvolvimento de aplicações para diagnóstico e auto-regulação, estando por isso em perfeita sintonia com os objetivos da unidade.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The main goals of the unit are the development of skills on: use of the main quantitative algorithms for diagnostics in the most common physiological systems; theoretical analysis of the homeostatic and selfregulation functions of human physiological systems; elaboration of projects on prosthetic and clinical and hospital equipment control. The teaching methodology revolves around practical problem solving and development of applications for diagnostic and self-regulation, and is therefore perfectly attuned to the unit's objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Time-Frequency and Wavelets in Biomedical Engineering, Metin Akay (Ed), 1997, Wiley-IEEE Press Series on Biomedical Engineering.

Wavelets in Medicine and Biology, Akram Aldroubi and Michael Unser, Eds., CRC Press, Boca Raton, FL, 1996.

Biomedical Signal Processing and Signal Modelling, E. N. Bruce, Wiley 2007

Identification of Nonlinear Physiological Systems, Westwick e Kearney, IEEE Press Series Biomed Eng 2003.

Physiological Control Systems, Analysis, Simulation and Estimation. Khoo, IEEE Press Series Biomed Eng 2018

Mapa IV - Computação Evolucionária

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Computação Evolucionária

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Evolutionary Computation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

4.4.1.3. Duração:

1 semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T – 30; PL – 30; O – 2

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Ernesto Jorge Fernandes Costa (30h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Nuno António Marques Lourenço (32h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Apresentar, discutir e desenvolver soluções de engenharia de inspiração natural (i.e., biológica, social, física) para problemas de elevada complexidade que, ou não têm solução analítica, ou são computacionalmente intratáveis. Aprender a avaliar de modo rigoroso, i.e., por recurso à estatística, soluções alternativas para os problemas.

Aquisição de competências em análise e síntese, comunicação oral e escrita (português e inglês), conhecimentos informáticos e de análise estatística, resolução de problemas, conhecimento de uma língua estrangeira, raciocínio crítico, trabalho em grupo, aprendizagem autónoma, criatividade, aplicação prática dos conhecimentos, investigação.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To present, discuss and develop natural inspired (i.e., biological, social, physical) engineering solutions to hard, complex, problems, which do not have an analytical solution or are computational intractable. To learn how to formal evaluate alternative solutions, i.e., based on sound statistical methods.

Acquiring competences in analysis and synthesis, written and oral communication (Portuguese and English), computer science and statistical knowledge, problem solving, knowledge of a foreign language, critical reasoning, group work, autonomous learning, creativity, practical application of the knowledge, research.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1.Introdução: meta-heurísticas e resolução de problemas

2.Algoritmos Evolucionários Padrão

3. Algoritmos Não-Darwinianos

4. Inteligência Colectiva

5. Sistemas Imunes Artificiais

6. Sistemas Baseados em Desenvolvimento

7. Evolução e Aprendizagem

8. Desenho de Experiências e Análise Estatística

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction: meta-heuristics and problem solving*
2. *Standard Evolutionary Algorithms*
3. *Non-Darwian Algorithms*
4. *Collective Intelligence*
5. *Artificial Immune Systems*
6. *Developmental Systems*
7. *Evolution and Learning*
8. *Design of Experiments and Statistical Analysis*

4.4.6. **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

Este é um curso sobre resolução de problemas por métodos heurísticos, dirigido em particular para problemas de optimização, desenho e aprendizagem. O seu objetivo programático principal está limitado a soluções inspiradas na natureza. No entanto, para o aluno ter um visão mais completa, no tópico 1 procurar-se-á por estes métodos em contexto com outras abordagens. Os tópicos 2, 5 e 6 envolvem os diferentes métodos de inspiração biológica (os algoritmos evolucionários, os sistemas imunes artificiais e os sistemas inspirados na biologia do desenvolvimento. Ficam de fora as redes neuronais pois são tratadas de modo extensivo noutra cadeira. O tema 3 aborda outros métodos não inspirados na teoria da selecção natural de Darwin. O tema 4 está relacionado com o modo como coletivos de agentes sociais resolvem problemas de optimização e respetivas abstrações computacionais. O tema 7 discute as relações entre evolução e aprendizagem. O tema 8, trata do problema do desenho de experiências.

4.4.6. **Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

This is a course on heuristic problem solving, directed towards optimization, design and learning problems. Its main programmatic goal is restricted to nature-inspired methods. However, for the student to have a complete view of problem solving methods, those that will be covered in the lectures will be put in context with other proposals in topic 1. The themes 2, 5 and 6 will deal with the different biological-inspired methods (evolutionary algorithms, artificial immune systems, and developmental systems). We will not deal with neural networks for they will be deeply study in another course. Topic 3 will deal with non-darwin methods. The topic 4, address how social animals solve optimization problems and discuss the corresponding algorithms . Topic 7, will discuss the relationship between evolution and learning. Topic 8, will mostly introduce statistical tools to analyzing algorithmic alternatives.

4.4.7. **Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

Nas aulas teóricas serão expostos e discutidos de modo crítico os conceitos, teorias e métodos, associados à resolução heurística de problemas. Os alunos serão chamados de imediato a exercitar, na PL, o que foi aprendido através da resolução em computador de problemas de complexidade média. Esse trabalho será feito em grupo com a monitorização do professor. Leitura de trabalho de investigação; estudo experimental de soluções alternativas para uma dada questão teórica; escrita de relatório. Os trabalhos referidos são únicos, individuais, e estão sujeitos a apresentação oral e discussão.

Avaliação: exame 60%, trabalho de investigação 40%

4.4.7. **Teaching methodologies (including students' assessment):**

In the lectures we will present and discuss in a critical way the theories and methods used in heuristic problem solving. Immediately after the lecture students will exercise what was taught by solving in the computer medium complexity problems. This is a group work done under the supervision of the professor. Written synthesis of a recent research work, experimental work involving the statistical study of different alternatives for a theoretical question. Work subject to oral presentation and discussion

Assessment: exam 60%, research work 40%

4.4.8. **Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

A melhor forma de interiorizar métodos de resolver problemas é implementar algoritmos e efetuar testes para diferentes configurações. Aulas T: apresentação dos conceitos, Aulas PL: serão testados os algoritmos. Os alunos recebem o código base de todos os algoritmos. As competências identificadas serão promovidas de diferentes maneiras. As aulas desenvolvem competências: análise e síntese, resolução de problemas, raciocínio crítico, criatividade, aplicar novos conhecimentos. Aulas PL: competências de trabalho em grupo. A leitura de comunicação científica liga-se de modo direto às competências de capacidade

de análise e de síntese, de comunicação oral e escrita, de conhecimento de uma língua estrangeira, de raciocínio crítico, de aprendizagem autónoma, de investigação. Projeto: cimenta competências em informática e estatística, comunicação oral e escrita, conhecimento de uma língua estrangeira, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma, criatividade, aplicação, investigação.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The best way to apprehend the different methods of problem solving is to implement the corresponding algorithms, making also tests with different configurations. T Lectures: introduction of different concepts, Labs: test algorithms, with the base code for all. The identified competences will be promoted in different ways: capacity of analysis and synthesis, problem solving, critical reasoning, creativity, practical application of the learned knowledge. Group work. The work involving a research paper will greatly contribute to analysis and synthesis, oral and written communication, knowledge of a foreign language, critical reasoning, and autonomous learning. Practical project : computer programming and statistical analysis, oral and written communication, knowledge of a foreign language, critical reasoning, autonomous learning, creativity, practical application of the learned knowledge, and research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1) *Introduction to Evolutionary Computation (2nd edition), A. Eiben and J. Smith, Springer, 2015.*
- 2) *Natural Computing Algorithms, Anthony Brabazon, Michael O'Neill and Seán McGarraghy, Springer, 2015.*
- 3) *Bio-Inspired Artificial Intelligence: theories, methods, and Technologies, Dario Floreano and Claudio Mattiussi, MIT Press, 2008.*
- 4) *Fundamentals of Natural Computing: basic concepts, algorithms, and applications, Leandro Castro, Chapman and Hall, 2006.*
- 5) *Essentials of Metaheuristics (2nd Edition), Sean Luke, Lulu Press, 2013.*

Mapa IV - Sistemas Complexos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Complexos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Complex Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

4.4.1.3. Duração:

1 semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T – 30; PL – 30; O – 2

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional**4.4.1.7. Observations:****Optional****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****Ernesto Jorge Fernandes Costa (30h)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Nuno António Marques Lourenço (32h)****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Esta cadeira tem por objetivo primeiro o estudo de sistemas complexos, sejam eles físicos (e.g., o clima), biológicos (e.g., redes de regulação genética), cognitivos (e.g., a mente) ou sociais (e.g., os mercados financeiros). Focaremos os conceitos, os modelos e as ferramentas necessários à compreensão destes sistemas. Partindo de uma discussão conceptual envolvendo conceitos como sistema, complexidade, auto-organização, emergência, informação, computação e evolução, passaremos de seguida à descrição de classes de modelos direccionados para a compreensão dos sistemas complexos, continuando com a apresentação de diferentes ferramentas e terminando com casos de estudo. No final, o aluno deve ser capaz de escolher o modelo mais apropriado para a compreensão de um sistema complexo, escolher a ferramenta mais apropriada para fazer a análise desse sistema e retirar conhecimento dessa análise.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main goal of this course is the study of complex system, either physical (e.g., the weather), biologic (e.g., genetic regulatory networks), cognitive (e.g., the mind) or social (e.g., the stock market). We will be focused on the concepts, the models and the tools necessary to the comprehension of these systems. We will start with a conceptual discussion involving the notions of system, complexity, self-organization, emergency, information, computation and evolution. Then, we will proceed with a description of different classes of models of complex systems. We will end with the presentation of different tools and frameworks and several case studies. In the end, the student will be able to choose the right model and the appropriate tool to analyze a complex system, and extract knowledge from that analysis.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Conceitos (sistema, sistema complexo, sistema adaptativo complexo, sistema dinâmico, complexidade e de diversidade, informação, computação, evolução e modelos)**
- 2. Modelos matemáticos (autómatos celulares, fractais, caos, criticalidade auto-organizada)**
- 3. Modelos em rede (small-world networks, scale-free networks, random boolean networks)**
- 4. Modelos baseados em regras (inteligência colectiva)**
- 5. Ferramentas**
- 6. Casos de Estudo.**

4.4.5. Syllabus:

- 1. Concepts (system, complex system, complex adaptive system, dynamic system, complexity and diversity, information, computation, evolution and models).**
- 2. Dynamical Systems**

3. Network Science

4. Agent-Based Modeling

5. Tools and frameworks

6. Case Studies.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Existem três grandes abordagens ao problema dos sistemas complexos: modelos matemáticos baseados em equações diferenciais ou equações de diferenças, ciência das redes e modelos baseados em agentes. Estes três temas constituem o núcleo da disciplina, sendo tratados, respectivamente, nos pontos 2, 3 e 4. Sendo as simulações computacionais um instrumento fundamental em sistemas complexos, as ferramentas computacionais, com especial relevo para as que pertencem ao eco-sistema da linguagem Python, serão igualmente tratadas no curso (ponto 5). Os sistemas complexos podem ser físicos, biológicos, cognitivos ou sociais e serão discutidos ao longo do curso (ponto 6).

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

There are three main approaches to the problem of modeling complex systems: mathematical models (differential equations, difference equations), network science and agent-based modeling. They will be the kernel of this course, and discussed, respectively, in points 2, 3 and 4. Computational simulations are quite important and so we will study and use tools and frameworks, mostly based on the Python ecosystem (point 5). Complex Systems may be either physical, biological, cognitive or social and will extensively discussed and studied (point 6).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas T: conceitos, teorias e métodos, associados à resolução heurística de problemas. Na PL, o aluno exercita em computador problemas de complexidade média e efectuando simulações eventualmente por recurso a ferramentas, trabalho feito em grupo com a monitorização do professor. Leitura de um trabalho de investigação já publicado, e posterior síntese escrita, trabalho prático envolvendo simulações computacionais, com escrita de um relatório, com a forma de uma comunicação a uma conferência. Os trabalhos referidos são únicos, individuais, e estão sujeitos a apresentação oral e discussão.

Avaliação: exame 60%, trabalho de investigação 40%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures: theories and methods used in heuristic problem solving. Students solve in practical classes computer problems of medium complexity and by means of simulations using particular frameworks. This is a group work done under the supervision of the professor. Written synthesis of a recent research work, experimental work involving computer simulations, done individually and includes a written report and an oral presentation.

Assessment: exam 60%, research work 40%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Esta disciplina tem uma componente teórica importante. Daí que a síntese de um trabalho de investigação e um exame escrito sejam componentes fundamentais da avaliação. No entanto sabemos que a uma maneira importante de consolidar as ideias teóricas e sua projecção para a resolução de problemas, é através da prática guiada por princípios. Daí a existência de um projecto prático e das aulas PL apoiadas por um docente.

Também se pretende que o estudante desenvolva competências não técnicas, nomeadamente a capacidade de análise e de síntese, de comunicação escrita e oral, de trabalho de grupo, de resolução de problemas, de raciocínio crítico e de criatividade. A diversidade de práticas de ensino e de aprendizagem da disciplina contribuem de modo claro para esse objectivo.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The course has an important theoretical flavor. For that reason the synthesis of a research paper together with the written exam is an important elements of students' grading. Nevertheless, we know that the best way to consolidate theoretical ideias, and how they can be applied to problems, is by principle-guided practice. So the project and the PL will fulfill this role. In the latter case, the work will have the teacher's help.

We will promote the acquisition of soft-skills by the students, namely, the analytic and synthetic capabilities, the written and oral communication, the capacity to participate in a group work, the problem solving competence, the critical reasoning and creativity. The diverse activities involved in teaching and learning clearly contribute for the goal of soft-skills proficiency.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. Hiroki Sayama, Introduction to the modeling and analysis of complex systems, Binghamton University, SUNNY, 2015.***
- 2. Steven Strogatz, Nonlinear Dynamics and chaos, Perseus Books Publishing, 1994.***
- 3. Frank Giordano, William Fox, Steven Horton, A First course in Mathematical Modeling (5th Edition), Brooks/Cole, 2014.***
- 4. Uri Wilenski and William Rand, An introduction to agent-based modeling, MIT Press, 2015.***
- 5. Melanie Mitchell, Complexity: a guided tour, Oxford University Press, 2009.***
- 6. Albert-Laszlo Barabasi, Network Science, Cambridge University Press, 2016.***
- 7. Heinz-Otto Peithgen, Harmut Juergens, and Dietmar Saupe, Chaos and Fractals: new frontiers of science (2nd Edition), Springer, 2004.***

Mapa IV - Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Informática Clínica e Sistemas de Tele-Saúde

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Clinical Informatics and Tele-Health Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

4.4.1.3. Duração:

1 semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T – 30; PL – 30; O – 2

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Paulo Fernando Pereira de Carvalho (30h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Jorge Manuel Oliveira Henriques (32h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Fornecer de uma forma sistemática as tecnologias e os fundamentos para a integração e desenvolvimento de sistemas de informação e de apoio à decisão em aplicações clínicas. Em particular, é objectivo exporem-se os protocolos e abordagens mais significativas em sistemas de informação clínicos, as arquiteturas e tecnologias utilizadas para a construção de sistemas telemédicos (nomeadamente de sistemas pHealth), e ainda algoritmos de análise de informação clínica para apoio ao diagnóstico.

A disciplina contribui para a aquisição das seguintes competências:

Instrumentais:

- Capacidade de análise e de síntese em problemas complexos;*
- Competência de resolução de problemas concretos no âmbito da Informática Médica.*

Pessoais:

- Trabalho em grupo;*
- Raciocínio crítico.*

Sistémicas:

- Autoaprendizagem;*
- Investigação.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To provide the students with the main concepts and technologies to build and integrate information and decision support systems for clinical applications.

Namely, the goal is to teach the main clinical informatics protocols and approaches for clinical systems, architectures and technologies for telemedical health solutions (namely for pHealth systems) and diagnosis algorithms applicable for clinical decision support.

The course will contribute to the acquisition of the following competences:

Instrumental:

- Analysis and synthesis of complex problems;*
- Problem solving, namely in the area of Medical Informatics.*

Personal:

- Team work;*
- Critical reasoning.*

Systematic:

- Self-learning*
- Research.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Capítulo I: Informática Médica

Conceitos básicos em Informática Médica

Sistemas de Informação Hospitalar

Capítulo II: Sistemas Hospitalares

Normas para a representação e transmissão de informação clínica (ICD9/10, SNOMED, SIPE);

Registos clínicos (openEHR, CEN 13606, HL7 CDA)

HL7 (v2.3 e v3)

Standard DICOM

Capítulo III: Sistemas Telemédicos

Serviços e tecnologias de suporte à tele-medicina

Normas para tele-medicina (IEEE 11073 PhD e BSM; H323, H26x, RTP, redes de sensores)

Middlewares

Capítulo IV: Algoritmos de Diagnóstico e de Apoio à Decisão

Algoritmos de análise de informação clínica (séries temporais e de imagem) para sistemas de suporte à decisão.

4.4.5. Syllabus:

Chapter I: Medical Informatics

Basic concepts in Medical Informatics

Hospital Information Systems

Chapter II: Hospital Systems

Standards for clinical information representation and transmission (ICD9/10, SNOMED, SIPE);

Electronic Patient Record (CEN 13606, openEHR, HL/ CDA)

HL7 (v2.3 e v3),

Standard DICOM

Chapter III: Tele-medical Systems

Services and technologies for telemedicine

Telemedicine norms (IEEE 11073 PhD e BSM; H323, H26x, RTP/RTCP/SIP, Sensor networks)

Middlewares

Chapter IV: Algorithms for Diagnosis and Decision Support

Clinical information analysis algorithms for Clinical Decision Support

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os capítulos 1 a 3 debruçam-se no essencial sobre tecnologias para a construção e interligação de infraestruturas informáticas na área clínica, seja para a colheita seja para a organização e transmissão de dados clínicos. O último capítulo é relativo ao tratamento da informação coligida em ambientes clínicos com vista à definição de sistemas de apoio à decisão clínica, seja em ambiente hospitalar, seja em contextos de gestão remota de saúde.

Em particular, no capítulo 1 introduzem-se conceitos básicos sobre a aplicação da informática nas sistemas clínicos, dando uma perspectiva geral sobre sistemas de informação na área hospitalar e da organização do sistema de saúde. No capítulo 2 introduzem-se as tecnologias e os conceitos necessários à construção/integração de sistemas informáticos para gestão de unidades de saúde. No capítulo 3 descreem-se as normas e arquitecturas para construção de sistemas telemédicos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Chapters 1 through 3 are devoted to introducing the international standards for building and integrating information systems for clinical data collection and management in hospital as well as homecare contexts. The last chapter is devoted to algorithms for clinical data processing in order to build decision support systems for clinical applications, both in hospital as well as homecare contexts.

Namely, in chapter 1 basic concepts on clinical information systems, their organization in Portugal as well as health provision system organization is provided. In chapter 2 the main international standards for building hospital information systems are introduced, whereas in chapter 3, international standards and technologies as well as the most common architectures for developing telecare systems are introduced.

Finally, chapter's IV goal is to introduce algorithms for signal processing and pattern recognition for data preparation (e.g. image reconstruction and co-registration).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais.

Aulas teóricas (2 horas semana)

Exposição dos conceitos, princípios e técnicas fundamentais realconadas coma disciplina.

Exemplos que concretizem o interesse prático da matéria e exemplifiquem a sua aplicação a situações reais

Aulas práticas (2 horas semana)

Propostas de problemas práticos relacionados com os assuntos leccionados na teórica, análise e respectiva implementação avaliação consiste ainda em exame final.

Avaliação: exame 70%, trabalho de investigação 30%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentation of the concepts, principles and fundamental techniques.

Examples of real situations to illustrate the practical interest of the techniques and its application to real cases.

Practical classes (2 hours per week)

Practical problems addressing the theoretical concepts, analysis and implementation

Assessment: exam 70%, research work 30%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Nesta disciplina o método de ensino fomenta o envolvimento do aluno desde o início da disciplina, procurando uma aprendizagem de conhecimentos e competências continua. É com este objectivo que são propostos trabalhos práticos que abordam aspectos centrais dos conceitos leccionados. Para além dos conhecimentos e competências técnicas a metodologia adoptada pretende induzir o desenvolvimento de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.

Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam nas aulas práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, capacidade de abstracção e generalização, em raciocínio matemático e crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese. Estas últimas competências são ainda reforçadas pelos trabalhos prático

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching approach stimulates continuous student involvement in order to achieve a continuous learning and acquisition of knowledge and competences. It is with this goal in mind that students have to perform regular homework assignments, usually motivated by discussions or doubts raised in theoretical classes, as well as to solve problems. The adopted teaching strategy intends to foster the acquisition of some generic instrumental personal and systematic competences. With the knowledge and comprehension of the topics taught in the theoretical classes and the exercises developed in the theoretical-practical classes, conditions are raised to develop competences in problem solving, capacity of abstraction and generalization, in mathematical and critical reasoning, practical application of the theoretical knowledge acquired, and, at an advanced level, analysis and synthesis. The latter competences are further developed through the practical programming assignments .

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Henriques and P. Carvalho (2010) Slides de Informática Médica, DEI-FCTUC.

Bas Revet, DICOM Cook Book for Implementation in Modalities: Chapter 1 and 2, Philips Medical Systems, 1997.

Norma: <ftp://medical.nema.org/medical/Dicom/>

U. Engelmann, H. Muensch, A. Schroeter, H. Meinzer, The last 10 years of evolution in teleradiology: an overview of concepts and approaches of CHILI, Int. J., CARS (2007) 2 (Suppl. 1) S 315-316.

L. Schmitt, T. Falck, F. Wartena, D. Simons, Novel ISO/IEEE 11073 Standards for Personal Telehealth Systems Interoperability, 2007 Joint Workshop on High

Confidence Medical Devices, Software, and Systems and Medical Plug-and-Play Interoperability, pp. 146-148, 2007.

M. Clarke, Developing a Standard for Personal Health Devices based on 11073, eHealth Beyond the Horizon-Get IT there, IOS PRESS, pp. 717-722, 2008.

Mapa IV - Métodos Heurísticos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Heurísticos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Heuristic Methods

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 30; PL: 30

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Carlos Manuel Mira da Fonseca (30 h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Luís Filipe dos Santos Coelho Paquete (30 h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Pretende-se dotar os estudantes da capacidade de delinear, de forma sistemática, abordagens heurísticas conducentes à resolução prática de problemas concretos, aplicá-las e avaliar os resultados obtidos, com ênfase em problemas de otimização combinatória e/ou numérica. Pretende-se ainda dar a conhecer

alguns dos métodos heurísticos mais relevantes na atualidade e suas aplicações mais bem sucedidas, focando sobretudo os princípios heurísticos que implementam, aspetos do seu desempenho, e ainda questões relacionadas com a sua utilização prática. Finalmente, pretende-se evidenciar a relação simbiótica entre os métodos heurísticos e a aprendizagem automática.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

It is intended to provide students with the ability to systematically delineate heuristic approaches leading to practical solving of concrete problems, to apply such approaches, and to evaluate the results obtained, with an emphasis on combinatorial and/or numerical optimisation problems. It is also intended to present some of the most relevant heuristic methods at present, and their most successful applications, focusing in particular on the heuristic principles they implement, on aspects of their performance, and on questions related to their practical deployment. Finally, it is intended to highlight the symbiotic relationship between heuristic methods and machine learning.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução

1.1. Resolução de problemas

1.2. Heurísticas construtivas e de melhoramento

1.3. Princípios heurísticos: analogia, indução, decomposição, intensificação, diversificação, recombinação, melhoramento guloso, aleatorização, degradação temporária, reinicialização.

1.4. Relação com métodos exatos

2. Formulação de problemas de otimização

2.1. Definição do espaço de procura

2.2. Representação das soluções

2.3. Avaliação da qualidade das soluções

2.4. Estruturas de vizinhança

2.5. Tratamento de restrições

3. Heurísticas e meta-heurísticas

3.1. Simulated annealing, procura tabu, procura local iterada

3.2. Algoritmos evolutivos e de enxames de partículas

3.3. Algoritmos de colónias de formigas

3.4. GRASP

3.5. Algoritmos de estimação de distribuição

4. Questões de desempenho

4.1. Dificuldade de problems

4.2. Noções de desempenho

4.3. Sintonização de parâmetros

4.4. Adaptação de parâmetros, auto-adaptação e aprendizagem

4.5. Hiper-heurísticas

4.6. Desconstrução de heurísticas

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction

1.1. Problem solving

1.2. Constructive heuristics and improvement heuristics

1.3. Heuristic principles: analogy, induction, decomposition, intensification, diversification, recombination, greedy improvement, randomisation, temporary degradation, restart

1.4. Relation to exact methods

2. Optimisation problem formulation

2.1. Definition of the search space

2.2. Solution representation

2.3. Evaluation of solution quality**2.4. Neighbourhood structures****2.5. Constraint handling****3. Heuristics and meta-heuristics****3.1. Simulated annealing, tabu search, iterated local search****3.2. Evolutionary algorithms and particle swarm optimisation****3.3. Ant colony optimisation****3.4. GRASP****3.5. Estimation of distribution algorithms****4. Performance issues****4.1. Problem difficulty****4.2. Notions of performance****4.3. Parameter tuning****4.4. Parameter adaptation, self-adaptation and learning****4.5. Hyper-heuristics****4.6. Deconstruction of heuristics****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

Os métodos heurísticos são apresentados como a instanciação de um conjunto alargado de princípios no contexto de problemas concretos bem formulados. Assim, os dois primeiros capítulos incidem sobre a construção de heurísticas, princípios heurísticos subjacentes, e relação com métodos exatos, por um lado, e sobre a formalização de problemas de otimização, por outro. Segue-se a apresentação de um conjunto de famílias de métodos relevantes, sendo exploradas as semelhanças e as diferenças entre elas, principalmente no que diz respeito aos princípios subjacentes, e independentemente das metáforas que lhe possam ter servido de base. As questões de desempenho enfatizam a razão de ser da utilização de métodos heurísticos em contexto prático, nomeadamente no que diz respeito ao compromisso entre tempo de execução e qualidade das soluções, às quais não é alheia a sintonização de parâmetros. As abordagens adaptativas e hiperheurísticas estabelecem a desejada ligação à aprendizagem automática.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Heuristic methods are presented as the instantiation of a broad set of principles in the context of well-formulated concrete problems. As such, the first two chapters focus on the construction of heuristics, underlying heuristic principles, and the relation to exact methods, on the one hand, and on the formalisation of optimisation problems, on the other hand. The presentation of a set of families of relevant methods follows, exploring the similarities and differences among them, mainly with respect to the underlying principles, and regardless of the metaphors on which they may be based. Performance issues emphasize the raison d'être of using heuristic methods in a practical context, namely with respect to the trade-off between run time and solution quality, to which parameter tuning is not unrelated. The adaptive and hyperheuristic approaches establish the desired connection to machine learning.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino está organizado em duas componentes complementares, teórica e prática. As aulas teóricas (T) destinam-se sobretudo à exposição da matéria pelo docente e ao esclarecimento de dúvidas de interesse geral para a turma. As aulas práticas (PL) visam consolidar os conceitos apresentados nas aulas T através da realização de exercícios e do estudo de casos simplificados. É ainda proposto e avaliado um projeto prático envolvendo a modelação e a resolução heurística de problemas do foro da investigação operacional.

Avaliação: Exame (65%), Projeto (35%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching is organised in two complementary components, theoretical and practical. Lectures (T) are mainly of an expository nature, but are also used to answer questions of general interest to the class. Practical (PL) sessions aim to consolidate the concepts presented in the lectures through exercises and the study of simplified cases. A practical project involving the modelling and heuristic solving of problems in the field of operations research is also proposed and assessed.

Evaluation: Exam (65%), Project (35%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Sendo objetivo da unidade curricular levar os estudantes a desenvolver as competências teóricas e práticas necessárias ao desenvolvimento e aplicação bem sucedida de métodos heurísticos em contexto prático, os métodos de ensino adotados visam permitir, por um lado, a transmissão de todo um corpo de conhecimento teórico e, por outro, a exercitação desse conhecimento e a sua aplicação a novas situações. Para além de ser um elemento de avaliação, o projeto prático deve ainda contribuir para motivar os estudantes para o aprofundamento dos conteúdos teóricos, e para os levar a apreciar a relevância prática dos métodos estudados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Since the objective of the curricular unit is to enable students to develop the theoretical and practical skills required to develop and successfully apply heuristic methods in a practical context, the teaching methods adopted aim at allowing, on the one hand, a whole body of theoretical knowledge to be conveyed and, on the other hand, this knowledge to be exercised and applied to new situations. In addition to being a component of student assessment, the practical project should also help to motivate students to the in-depth study of the theoretical content, and to lead them to appreciate the practical relevance of the methods covered.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

George Polya, How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method. Princeton University Press, 1945. Reprinted by Penguin Books, 1990.

Fred Glover and Manuel Laguna, Tabu Search, Kluwer, 1997.

Thomas Bäck, David B Fogel, and Zbigniew Michalewicz (eds.), Evolutionary Computation 1 - Basic Algorithms and Operators, CRC Press, 2000.

Thomas Bäck, David B Fogel, and Zbigniew Michalewicz (eds.), Evolutionary Computation 2 - Advanced Algorithms and Operators, CRC Press, 2000.

Marco Dorigo and Thomas Stützle, Ant Colony Optimization, MIT Press, 2004.

Holger H. Hoos and Thomas Stützle, Stochastic Local Search, Morgan Kaufmann, 2014.

Mauricio G. C. Resende and Celso C. Ribeiro, Optimization by GRASP, Springer, 2016.

Rafael Martí, Panos M. Pardalos, Mauricio G. C. Resende, Handbook of Heuristics, Springer, 2018.

Mapa IV - Simulação**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Simulação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Simulation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

INF

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 30; PL: 30

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Opcional***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Carlos Manuel Mira da Fonseca (30h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Fernando José Barros Rodrigues da Silva (30h)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Com esta unidade curricular, pretende-se dotar os estudantes de conhecimentos e competências que lhes permitam, perante uma situação concreta, desenvolver um modelo de simulação adequado, implementá-lo, calibrá-lo, validá-lo, e utilizá-lo de forma correta, tendo em consideração os benefícios e as limitações da simulação enquanto metodologia. Pretende-se ainda despertar os estudantes para a importância de considerar, não apenas dados, mas também a dinâmica interna dos diversos sistemas de interesse, sejam eles físicos, cibernéticos, sociais, ou de outra natureza.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

With this curricular unit, it is intended to provide the students with the knowledge and competencies required to enable them to, given a concrete situation, develop an appropriate simulation model, and to implement, calibrate, validate, and use such a model correctly while considering both the benefits and the limitations of simulation as a methodology. It is also intended to motivate the students to the importance of considering, not only data, but also the internal dynamics of the various systems of interest, whether physical, cybernetic, social, or of some other nature.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1. Sistemas, modelos e simulação****2. Sistemas contínuos****a. Modelação****b. Representação****c. Integração numérica de ODEs****d. Integração numérica de PDEs****3. Sistemas de eventos discretos****a. Representação: autómatos finitos, diagramas de ciclos de atividades, redes de Petri, processos interatuantes****b. Modelos de filas de espera****c. Métodos de simulação: agendamento de eventos, varrimento de atividades, interação de processos****4. Números pseudo-aleatórios****a. Geração****b. Qualidade****c. Amostragem de distribuições não uniformes (contínuas e discretas)****d. Simulação de Monte Carlo****5. Construção, verificação e validação de modelos de sistemas de eventos discretos****a. Seleção das distribuições de probabilidade de entrada**

- b. Verificação de modelos**
- c. Calibração e validação de modelos**
- 6. Análise de resultados de simulação**
 - a. Avaliação de um modelo**
 - b. Comparação de dois ou mais modelos**
 - c. Técnicas de redução da variância**
- 7. Sistemas híbridos**

4.4.5. Syllabus:

- 1. Systems, models, and simulation**
- 2. Continuous systems**
 - a. Modelling**
 - b. Representation**
 - c. Numeric integration of ODEs**
 - d. Numeric integration of PDEs**
- 3. Discrete-event systems**
 - a. Representation: finite automata, activity-cycle diagrams, Petri nets, interacting processes**
 - b. Queueing models**
 - c. Simulation methods: event scheduling, activity scanning, process interaction**
- 4. Pseudo-random numbers**
 - a. Generation**
 - b. Quality**
 - c. Non-uniform random variate generation (continuous and discrete)**
 - d. Monte Carlo simulation**
- 5. Construction, verification and validation of discrete-event system models**
 - a. Selecting input probability distributions**
 - b. Model verification**
 - c. Model calibration and validation**
- 6. Analysis of simulation results**
 - a. Evaluation of a single model**
 - b. Comparison of two or more models**
 - c. Variance-reduction techniques**
- 7. Hybrid systems**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A unidade curricular começa por apresentar conceitos de sistemas, modelação e simulação de forma transversal aos diversos domínios de aplicação, numa perspetiva unificadora, e foca-se seguidamente na modelação e simulação de sistemas contínuos e de sistemas de eventos discretos, cobrindo assim um largo espectro de domínios e aplicações. A geração de números pseudo-aleatórios é introduzida principalmente no contexto da simulação de eventos discretos, mas a sua relevância no contexto de sistemas contínuos é também evidenciada através da simulação de Monte Carlo. Finalmente, são tratadas as questões de construção, verificação e validação de modelos e a análise de resultados de simulação, com ênfase nos limites daquilo que a simulação pode e não pode oferecer. O tratamento de sistemas híbridos contínuos e de eventos discretos completa a discussão e reforça a perspetiva unificadora apresentada na introdução.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The curricular unit begins by presenting systems, modelling, and simulation concepts across the various application domains, in a unifying perspective, and focuses subsequently on the modelling and simulation of continuous systems and discrete event systems, covering in that way a wide spectrum of domains and applications. Pseudo-random number generation is introduced next, mainly in the context of the simulation of discrete events, but its relevance in the context of continuous systems is also established through Monte Carlo simulation. Finally, the questions of model construction, verification and validation, and the analysis

of simulation results are considered, with emphasis on the limits of what simulation can and cannot offer. The treatment of hybrid continuous and discrete-event systems completes the discussion, and reinforces the unifying perspective put forward in the introduction.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino está organizado em duas componentes complementares, teórica e prática. As aulas teóricas (T) destinam-se sobretudo à exposição da matéria pelo docente e ao esclarecimento de dúvidas de interesse geral para a turma. As aulas práticas (PL) visam consolidar os conceitos apresentados nas aulas T através da realização de exercícios no papel e da implementação de modelos de simulação em software. É ainda proposto e avaliado um trabalho prático envolvendo a modelação e simulação de sistemas realistas simplificados com recurso a software de simulação adequado.

Avaliação: Exame (65%), Projeto (35%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching is organised as two complementary components, theory and practice. Lectures (T) are mainly of an expository nature, but are also used to answer questions of general interest to the class. Practical (PL) sessions aim to consolidate the concepts presented in the lectures through pencil-and-paper exercises and the implementation of simulation models in software. A practical assignment involving the modelling and simulation of simplified realistic systems using appropriate simulation software is also proposed and assessed.

Evaluation: Exam (65%), Project (35%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Sendo objetivo da unidade curricular levar os estudantes a desenvolver as competências teóricas e práticas necessárias à modelação e simulação de sistemas contínuos e de eventos discretos, os métodos de ensino adotados visam permitir, por um lado, a transmissão de todo um corpo de conhecimento teórico e, por outro, a exercitação desse conhecimento e a sua aplicação a novas situações. O trabalho prático deve ainda contribuir para motivar os estudantes para o aprofundamento dos conteúdos teóricos e para os levar a apreciar a relevância prática dos métodos estudados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Since the course aims to lead students to develop the theoretical and practical skills required for the modeling and simulation of both continuous systems and discrete-event systems, the teaching methods adopted are intended to allow, on the one hand, a whole body of theoretical knowledge to be conveyed and, on the other hand, the exercising of this knowledge and its application to new situations. The practical assignment should also help to motivate students to the in-depth study of the theoretical content, and to lead them to appreciate the practical relevance of the methods studied.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

François E. Cellier and Ernesto Kofman, Continuous System Simulation, Springer, 2006.

Hartmut Bossel, Modeling and Simulation, A K Peters, 1994.

Christos G. Cassandras and Stéphane Lafortune, Introduction to Discrete Event Systems, Springer, 2007.

J. Banks, J. S. Carson, B. L. Nelson, and D. Nicol, Discrete-Event System Simulation, 5th ed., Prentice Hall, 2010

Averill M. Law, Simulation Modeling and Analysis, 5th ed., McGraw Hill, 2014.

Michael Pidd, Computer Simulation In Management Science, 5th ed., Wiley, 2006.

Ronald T. Kneusel, Random Numbers and Computers, Springer, 2018

James E. Gentle, Random Number Generation and Monte Carlo Methods, 2nd ed., Springer, 2003.

Mapa IV - Introdução ao Metabolismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução ao Metabolismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Metabolism**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****BIOL*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****162*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****28 T, 30 PL, 6 TP*****4.4.1.6. ECTS:*****6*****4.4.1.7. Observações:*****Opcional*****4.4.1.7. Observations:*****Optional*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Carlos Manuel Marques Palmeira (28h)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****António Joaquim de Matos Moreno (18h)******Rui Albuquerque Carvalho (18h)*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Esta unidade curricular tem como objectivo o estudo do conjunto de transformações bioquímicas que convertem as moléculas nutrientes (hidratos de carbono, gorduras, aminoácidos e proteínas) em energia e produtos bioquímicos constituintes das células. Além disso, o metabolismo é evidenciado como um processo altamente regulado e integrado para obtenção de um máximo aproveitamento energético. Os processos metabólicos estudados podem ser modelados pelos alunos. Serão também desenvolvidas competências para avaliar actividades metabólicas, compreender a sua interligação, realizar bioensaios, reconhecer distintos níveis de organização nos seres vivos, realizar certos diagnósticos biológicos, interpretar e julgar estados metabólicos, definindo as suas causas e consequências, de modo a possibilitar uma tomada de decisão adequada para o seu controlo.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This course aims to study the set of biochemical transformations that convert nutrient molecules (carbohydrates, fats, proteins and amino acids) into energy and biochemical intermediaries constituents of cells. Furthermore, the metabolism is shown as a highly regulated and integrated process to obtain a maximum energy recovery. The studied metabolic processes can be modelled by the students. Moreover, skills are developed to assess metabolic activities, understand

their interconnection, perform bioassays, recognizing different levels of organization in living things perform certain biological diagnostics, interpret and judge metabolic states, defining its causes and consequences, in order to enable proper decision for metabolic control.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O programa envolve uma 1ª secção de introdução ao Metabolismo, onde é apresentado o ciclo da matéria e o fluxo unidirecional de energia no mundo biológico. Na 2ª secção são evidenciados, sob o ponto de vista químico e energético, as vias catabólicas e anabólicas para as principais moléculas nutrientes (hidratos de carbono, gorduras, aminoácidos e proteínas), referenciando a sua compartimentação celular e os seus mecanismos de regulação fisiológica. Na 3ª secção é analisada a integração metabólica, sendo evidenciados os blocos metabólicos e sua interligação, transacções metabólicas e seus custos, ciclos de substrato, especificidade metabólica de vários órgãos e sua cooperação.

4.4.5. Syllabus:

The program involves a 1st section of Introduction to Metabolism, where the cycle of matter and the energy unidirectional flow in the biological world is presented. In the 2nd section are shown under the chemical and energy point of view, catabolic and anabolic pathways for major nutrient molecules (carbohydrates, fats, amino acids and proteins), referencing its cellular compartmentalisation and its mechanisms of physiological regulation. In the 3rd section metabolic integration is analysed, being evidenced metabolic blocks and their interconnection, their metabolic transactions costs, substrate cycles, metabolic specificity of various organs and their cooperation.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O objectivo fundamental desta unidade curricular é compreender as diferentes vias metabólicas e transformações bioquímicas (sua regulação e integração), que são fundamentais para obtenção de um máximo aproveitamento energético e biosintético. Esta visão holística para além de reforçar a componente cognitiva requer uma visão integradora que contribui para o desenvolvimento de competências e atitudes transversais nos alunos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The fundamental aim of this curriculum is to understand the different metabolic pathways and biochemical transformations (regulation and integration), which are key to achieving the maximum energy and biosynthetic utilisation. This holistic perspective reinforces the cognitive component of the students and since an integrative insight is required, it contributes to the development of transversal competences and values.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com apresentação \ exposição \ discussão do conteúdo programático. Nas aulas teórico-práticas os alunos discutirão artigos \ temas de vanguarda na área. Do ponto de vista laboratorial pretende-se que os alunos realizem protocolos experimentais relevantes para percepção prática de temas cruciais desenvolvidos no curso teórico.

Avaliação: Frequências (37.5%+37.5%), Discussão de Artigos 25%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures presentation \ display \ discussion of program content. In theoretical-practical classes students discuss articles \ themes forefront in the area. From the laboratory standpoint, it is intended that students complete relevant experimental protocols for practical perception of crucial themes developed in the theoretical course.

Evaluation: Tests (37.5%+37.5%), Discussion of Articles: 25%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino reforçam o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, mas para além disso as sessões laboratoriais em pequenos grupos pretendem ajudar a desenvolver a sua capacidade crítica e competência experimental, permitindo uma melhor percepção do conteúdo programático teórico.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching and learning methodologies and the pedagogical approaches were chosen to reinforce the cognitive development of the students. Moreover the

practical classes with small groups aim to develop the critical ability and experimental competence, allowing a better understanding of the theoretical syllabus.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Champe, P.M., Harvey, R.A. and Ferrier, D.R. (2007) *Biochemistry*. 4rd edition, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.

- Nelson, D.L. and Cox, M. (2015) *Lehninger Principles of Biochemistry*. 8th edition, W.H. Freeman and Company, New York.

- Lieberman, M. and Marks, A.D. (2009) *Basic Medical Biochemistry - a clinical approach*. 3rd edition, Williams & Wilkins, Baltimore.

Mapa IV - Enzimologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Enzimologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Enzymology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BIOQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T30 TP 30

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Paula Cristina Veríssimo Pires (60h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Ter conhecimentos que permitam estabelecer correlações entre estrutura molecular e reactividade química e a sua aplicação aos mecanismos bioquímicos de actuação de enzimas, com vista ao desenvolvimento de competências no âmbito da previsão e solução de problemas com impacto a nível ambiental e da saúde entre outras.

Ter formação científica que permita iniciar actividade profissional na Investigação e Industria (Alimentar, Farmacêutica e Biotecnológica) quer a nível nacional quer a nível internacional. Consequentemente os alunos deverão saber:

- Isolar e caracterizar enzimas;
- Conhecer e aplicar conceitos de cinética enzimática;
- Fundamentos da construção de inibidores enzimáticos

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

At the end of this unit students must establish molecular structure/activity relationships and predict its implications in enzymes mechanisms. This is fundamental to the acquisition of competences to solve problems with impact in daily life e.g., health and environment. Students should also acquire skills to initiate a research or industrial career (food, pharmaceuticals or biotechnology) in the country or abroad . Therefore, students should know:

- Isolate and characterize enzymes;
- Know and apply enzyme kinetics concepts;
- How to construct enzyme inhibitors.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1. Fundamentos físico-químicos das reacções enzimáticas:**

- Catálise química: aspectos termodinâmicos e cinéticos;
- Relação estrutura-actividade funcional.

•Estrutura do local activo e mecanismo de actuação das enzimas. Tipos de reacções enzimáticas;

2. Estratégias catalíticas como mecanismos adaptativos para a resolução de problemas**3. Especificidade catalítica e estratégias regulatórias:**

- Regulação alostérica
- Regulação por modificação covalente reversível e irreversível

4. Enzimologia aplicada

- Fundamentos e estratégias dos ensaios enzimáticos;
- Princípios de engenharia de proteínas
- Ribozimas;
- Produção de enzimas em sistemas heterólogos;
- Aplicações em Biotecnologia.

4.4.5. Syllabus:**1. Enzyme reaction physic-chemical fundamentals**

- Chemical catalysis: thermodynamic and kinetics features;
- Functional groups structure/activity relationship

•Active site structures and enzyme mechanisms. Classification of enzymes according to the mechanisms

2. Catalytic strategies as adaptive mechanisms to overcome problems**3. Catalytic specificity and regulatory strategies:**

- Allosteric regulation
- Regulation by reversible and irreversible covalent modification

4. Applied enzymology

- Fundaments and strategies of enzymatic assays;**
- Fundaments of proteins engineering;**
- Ribozymes;**
- Production of enzymes in heterologous systems;**
- Biotechnology applications**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Ao longo do curso será sempre dada ênfase especial às relações estrutura-reatividade química de cada grupo funcional presente nas enzimas e as suas implicações no mecanismo enzimático. A ênfase particular dada à reatividade química e ao controlo estereoquímico nas biomoléculas, permitirá aos estudantes a aquisição de competências que possibilitam compreender os fundamentos subjacentes aos mecanismos e função biológica das enzimas e, consequentemente, o comportamento das células

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Throughout the course special emphasis is given to the structure-chemical reactivity of each functional group present in the enzymes and its implications in the enzyme mechanism. Biomolecules chemical reactivity and stereochemical control, particularly focused in the syllabus, will provide students with skills to understand the fundamentals underlying the enzyme mechanisms and biologic functions and, ultimately, cells' behaviour.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Esta unidade curricular terá aulas teóricas e aulas práticas laboratoriais. Os alunos realizam um projecto laboratorial na área da enzimologia que consiste no isolamento e caracterização físico-química da enzima incluindo um estudo do comportamento cinético. Para a elaboração individual do projecto os alunos fazem pesquisa da literatura científica sobre o tema e discutem os artigos científicos em que se baseiam para elaborar o protocolo experimental.

Avaliação: Exame (40%), Projeto (30%), Apresentação e discussão de artigos científicos (30%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course has theoretical and laboratorial lectures. Students will have to write a small experimental project aiming to isolate and characterise an enzyme including its kinetic parameters. To this end students will have to search the best methods in scientific papers and discuss the scientific content of the papers used to achieve their goal.

Evaluation: Exam (40%), Project (30%), Presentation and discussion of scientific papers (30%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Atendendo a que cada ser humano usa de estratégias mentais individualizadas na resolução de situações concretas, um dos principais objectivos do curso é desenvolver o raciocínio bioquímico de cada aluno estimulando estratégias mentais individuais. A metodologia implementada contribui não só para a aquisição individual de conhecimentos e competências dado que cada aluno é continuamente estimulado a aprender, adquirindo individualmente conhecimentos e competindo com os colegas

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Each person has its own thinking strategy. It is thus the aim of this course to develop the biochemistry reasoning ability in each student by stimulating each one particular skills. The methodology implemented will contribute to the individual acquisition of knowledge and skills since each student will be stimulated to learn autonomously through individual acquisition of knowledge e challenging with other students via open competitions between students groups.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Even though there is no recommended bibliography, because major scientific literature on the syllabus is available free online, students may consult the following major biochemistry books

1. *D. L. Nelson & M. M. Cox (2017) Lehninger Principles of Biochemistry, 7th ed., W.H. Freeman and Company, New York, USA*
2. *J. M. Berg, J. L. Tymoczko & L. Stryer (2015) Biochemistry, 8th ed., W. H. Freeman and Company, New York, USA*

Mapa IV - Análise de Dados Biológicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise de Dados Biológicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biological Big Data Analytics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BCOMP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

60 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Irina de Sousa Moreira (60h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

A Análise de Dados é a ciência de examinar dados para converter informações dispersas em conhecimento utilizável, o que se encaixa bem no novo paradigma da ciência: descoberta científica com uso intensivo de dados. O objetivo principal deste curso é a introdução de conceitos fundamentais sobre a manipulação e exploração de informação, técnicas de análise estatística e quantitativa bem como modelos exploratórios. O curso preparará os estudantes para se adaptarem à era de "big data", facilitando a realização de inferências de dados biológicos provenientes de experiências genómicas e proteómicas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Data Analytics is the science of analysing data to convert scattered information into useful knowledge fitting well in the new science paradigm: data-intensive scientific discovery. The primary goal of this course is to introduce the fundamental concepts concerning the manipulation and exploration of data, statistical and quantitative analysis techniques, exploratory models. The course will prepare students to adapt to the big data era, facilitating them to conduct research in data science and preparing them for the deluge of biological data coming from genomic and proteomic experiences.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. "Data Science": introdução à aprendizagem estatística e programação em R.
2. Coleta de dados genómicos e proteómicos, exploração e visualização.
3. Estatística Descritiva: limpeza de dados, medidas de tendência central e dispersão; distribuição de probabilidade conjunta, distribuição de probabilidade condicional, teorema de Bayes.
4. Pré-Processamento de Dados: transformações de dados - polinômios; box-cox, centralização e normalização de log e logit.
5. Redução de informação: "Principal Component Analysis (PCA)" e "t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE)".
6. Análise Fatorial Exploratória e sua relação com PCA.
7. Análise de regressão: regressão linear múltipla, regressão para frente, para trás e stepwise, regressão logística.
8. Estatística Inferencial: teste de hipóteses (Qui-quadrado e teste t), análise de variância padrão (ANOVA), ANCOVA (análise de covariância), MANOVA (ANOVA multivariada) e MANCOVA (ANCOVA multivariada).

4.4.5. Syllabus:

1. Data Science: introduction to statistical learning and R-programming.
2. Collection of genomic and proteomic data, exploration and visualization.
3. Descriptive Statistics: data cleaning, measures of central tendency and dispersion; joint probability distribution, conditional probability distribution, Bayes theorem.
4. Data Pre-Processing: data transformations - polynomials; box-cox, log and logit centering and normalization.
5. Data reduction: Principal Component Analysis (PCA) and t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE)
6. Exploratory Factor Analysis and its relationship to PCA.
7. Regression analysis: multiple linear regression, forward, backward & stepwise regression, logistic regression.
8. Inferential Statistics: hypothesis testing and errors (Chi-square and t-test), standard analysis of variance (ANOVA), ANCOVA (analysis of covariance), MANOVA (Multivariate ANOVA) and MANCOVA (Multivariate ANCOVA).

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

No final do curso, os alunos deverão ser capazes de:

1. Articular a necessidade e importância da análise de "big data" em biologia computacional e as suas dificuldades inerentes.
2. Compreender e aplicar métodos de pré-processamento de dados e redução de informação de acordo com o problema biológico em estudo.
3. Usar testes de hipóteses e análise de variância.
4. Realizar regressão e análise de agrupamento.
5. Interpretar e realizar uma análise crítica dos resultados obtidos com as diferentes metodologias usando a linguagem de programação R.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The program content will provide information on algorithms for statistical analysis of big data and fundamental principles used in predictive analytics. By the end of this course students should be able to:

1. Articulate the need and importance of big data analysis in computational biology, its inherent difficulties and pitfalls
2. Understand and apply methods of data pre-processing and reduction in agreement with the biological problem in study.
3. Use hypothesis testing and analysis of variance to understand data.
4. Perform regression and clustering analysis to aid data interpretation.
5. Interpret and perform a critical analysis of the results attained with the different methodologies using R programming language.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**Metodologias de Ensino:**

1. *Aulas teórico-práticas com vários exemplos de aplicação e uso de R.*
2. *Desenvolvimento prático de projetos de grupo - oral (15%) e apresentação escrita (35%)*
3. *Exame final (50%; sem consulta).*

As aulas são destinadas a apresentar e explicar os tópicos selecionados, introduzindo conceitos-chave, resultados e principais algoritmos, sempre destacando a relação com um problema de interesse prático em biologia computacional. O processo de exposição do material será feito de forma interativa e ajustado à velocidade de assimilação dos alunos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**Teaching methodologies:**

1. *Theoretical-practical classes with several examples of application and making use of R.*
2. *Practical group project development - oral (15%) and written presentation (35%)*
3. *Final exam (50%; without consultation).*

The classes are intended to present and explain the selected topics, introducing key concepts, results and main algorithms, always underlining the relationship with a problem of practical interest in computational biology. The process of exposing the material will be done interactively and adjusted to the speed of assimilation of students.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O projeto prático proporcionará uma oportunidade para aprofundar o conhecimento numa área específica de interesse, dentro de um ambiente colaborativo. Tal aumentará a autonomia do aluno e as habilidades de trabalho em equipa, enquanto fornece simultaneamente uma análise e reflexão crítica da aplicação ou adaptação de determinadas técnicas e algoritmos. O exame final é destinado para a avaliação global do conhecimento genérico sobre o assunto ensinado permitindo uma avaliação mais abrangente e individualizada.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The hands-on project will provide an opportunity to deepen knowledge in a specific area of interest, in a collaborative environment. It will increase student's autonomy and teamwork skills, while providing an analysis and critical reflection of the application or adaptation of given techniques and algorithms. The final exam is intended for the overall assessment of generic knowledge on the subject taught in a more comprehensive and individualized assessment.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *Probability & Statistics for Engineers & Scientists (9th Edn.), Ronald E. Walpole, Raymond H. Myers, Sharon L. Myers and Keying Ye, Prentice Hall Inc.*
2. *The Elements of Statistical Learning, Data Mining, Inference, and Prediction (2nd Edn.), Trevor Hastie Robert Tibshirani Jerome Friedman, Springer, 2014*
3. *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R, G James, D. Witten, T Hastie, and R. Tibshirani, Springer, 2013*
4. *Software for Data Analysis: Programming with R (Statistics and Computing), John M. Chambers, Springer*
5. *Beginning R: The Statistical Programming Language, Mark Gardener, Wiley, 2013*

Mapa IV - Biologia Molecular e Celular**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Biologia Molecular e Celular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Molecular and Cellular Biology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***BIOL*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****162*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****T- 28 horas PL- 42 horas*****4.4.1.6. ECTS:*****6*****4.4.1.7. Observações:*****Opcional*****4.4.1.7. Observations:*****Optional*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Ana Luísa Carvalho (28 h)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****João Peça Silvestre (14h)******Ana Sofia Eulália (14h)******Maria Paula Marques (14h)*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Esta unidade curricular visa que os alunos adquiram conhecimentos sobre biologia molecular e celular. Os estudantes ficarão a conhecer a composição molecular de uma célula e a saber qual a função das diferentes macromoléculas; ficarão também a conhecer os diferentes organelos celulares e a saber relacionar a sua estrutura com a função desempenhada. Os alunos terão ainda contacto em detalhe com as novas terapias celulares envolvendo, por exemplo, células estaminais. Espera-se que os alunos venham a compreender as bases moleculares da hereditariedade, que percebam como ocorre o fluxo de informação genética do gene até à proteína e à célula, e os mecanismos celulares que regulam a expressão genética. Finalmente, os alunos aprenderão os princípios que estão na base da tecnologia de ADN recombinante, dos avanços na área da genómica e da possibilidade de criar animais geneticamente modificados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The aim of this course is that the students acquire knowledge on biology at the molecular and cellular levels. The students will know the molecular composition of the cell, and the cellular function of the different macromolecules; in addition, they will learn about the different cellular organelles and will be able to relate their structure to the fulfilled function. The students will also come understand in detail the potential of novel cellular therapies, for example involving stem cells. It is expected that the students will understand the molecular bases of the hereditary succession, and that they understand the flow of genetic information from genes to proteins and cells; in addition, the mechanisms that regulate gene expression will be explored. Finally, the students will learn the principles that underlie

recombinant DNA technology, genomics and the possibility to create genetically modified animals.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Biologia Celular.*

A célula: A unidade básica da vida.

a) Células eucariotas e procariotas

b) Visualização das células

c) Organização celular

c.1. Núcleo e ribossomas

c.2. O sistema endomembranar

c.3. Mitocôndria e cloroplastos

c.4. O citoesqueleto: forma e movimento celular

c.5. A superfície celular e as junções intercelulares: interações entre células

d) Tecnologia de células estaminais e medicina regenerativa, princípios básicos.

2. *Homeostase e comunicação celular*

a) Comunicação celular

b) Receptores celulares

c) Segundos mensageiros

d). Regulação hormonal

e). Regulação e homeostase celular

3. *Informação e hereditariedade*

a) Organização dos genomas

b) Replicação e reparação do DNA.

c) Fluxo de informação genética.

d) Regulação da transcripcional e pós-transcripcional da expressão genética e diferenciação celular.

e) TClonagem e sequenciação de DNA, genómica, modelos animais geneticamente modificados.

4. *Interface da biologia celular e molecular com novas terapias biomédicas.*

4.4.5. Syllabus:

1. *The cell: basic life unit*

a) Prokaryotic and eukaryotic cells

b) Methods in cell biology

c) Cellular organization

c.1. Nucleus and ribosomes

c.2. The endomembrane system

c.3. Mitochondria and chroloplasts

c.4. The cytoskeleton: cell shape and movement

c.5. Cell surfaces and junctions

d) Basic principles of stem cell technology and regenerative medicine

2. *Cell communication and homeostasis*

a) Cell communication

b) Cellular receptors

c) Second messengers

d) Regulation by hormones

e) Cell homeostasis

f) The cell cycle

3. Information pathways and inheritance

- a) *The molecular basis of inheritance: genes and chromosomes*
- b) *The organization of eukaryotic genomes; the human genome; the structure of DNA*
- c) *DNA replication and repair*
- d) *From gene to protein*
- e) *Transcriptional and post-transcriptional regulation of gene expression*
- f) *DNA cloning and sequencing; genomics; genetically-modified models.*

4. Interface between molecular cell biology and new biomedical therapies

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O conteúdo programático versa sobre temas atuais de biologia celular, concentrando-se por um lado em temas de fundo, que permitem uma compreensão sólida desta área, e por outro em temas emergentes. Os trabalhos experimentais propostos vão de encontro aos temas abordados na componente teórica da disciplina, e permitem explorar os conceitos introduzidos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus includes modern topics in cell biology and it is focused on one hand on well established topics that provide a solid background to understand cell biology and on the other hand on emerging themes. The proposed experimental work is related to the topics discussed in the lectures, and allows the students to test the concepts that they learn about.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino é uma combinação de:

- 1) *aulas teóricas formais, em que frequentemente a apresentação de conceitos recorre às evidências experimentais originais que contribuíram para a construção desses conceitos;*
- 2) *aulas práticas em é promovida a total autonomia dos alunos na execução das experiências. A proposta que é feita aos alunos é a de que façam na íntegra o trabalho experimental.*

Avaliação: Exame (65%), Trabalho de síntese (15%), Relatório (10%), Trabalho laboratorial (10%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies combine

- 1) *Lectures in which the concepts are presented when possible on the basis of the original experimental evidence that supports them;*
- 2) *Laboratory work. For these classes, the students are encouraged to work autonomously, and are asked to prepare solutions and the biologic material, to collect data and to interpret data on their own.*

Assessment: Exam (65%), Synthesis work (15%), Report (10%), Lab work (10%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino adotadas visam promover a autonomia do aluno na aprendizagem, e centrar o aluno na aplicação dos conhecimentos adquiridos na interpretação de evidências experimentais. Tendo em conta que os conceitos de biologia celular, os estabelecidos e os emergentes, só podem ser compreendidos se forem compreendidas as evidências experimentais que lhes servem de base, estimula-se nesta disciplina a aquisição da capacidade de interpretar e avaliar criticamente evidências experimentais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies aim to promote the student's autonomy in learning, and to focus the student on using the knowledge acquired to interpret experimental data. Given that both established and emergent concepts in cell biology are only possible to grasp when the data that support them is understood,

the students are stimulated to learn how to interpret and evaluate critically experimental data.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Life: The Science of Biology. David Sadava et al. (2014) Sinauer Associates, Inc (10ª Edição)*
- Campbell Biology. Jane B Reece et al. (2014) Pearson (10ª Edição)*
- The Cell - A Molecular Approach, G.M. Cooper & Robert E. Hausman (2015) Sinauer Associates (7ª Edição).*
- Molecular Cell Biology, Harvey Lodish et al. (2016) W.H. Freeman and Company (8ª Edição).*
- Cell and Molecular Biology: Concepts and Experiments, Gerald Karp, Janet Iwasa, Wallace Marshall (2015 - 8ª Edição).*
- Biologia Celular e Molecular, Carlos Azevedo, Claudio E Sunkel (2012) LIDEL-edições técnicas, Ida. (5ª Edição)*

Mapa IV - Bioquímica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Bioquímica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biochemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BIOQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

59h (T-42h + TP-14h + O-4h)

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Maria Carmen Martins de Carvalho Alpoim/ 36(T); 12(TP); 4(O)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Ana Margarida Malaquias Dias Urbano/ 6(T) + 2(TP)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

É objectivo desta unidade curricular a aquisição de conhecimentos sobre a relação existente entre a composição química -arranjo funcional dos átomos, a estereoquímica e função das biomoléculas. No final desta unidade curricular os alunos deverão saber: correlacionar a estrutura e reactividade química das biomoléculas com as suas funções biológicas; fundamentar, as estratégias enunciadas na resolução de problemas concretos, usando os conhecimentos aprendidos inclusive sobre mecanismos e cinética enzimática . É ainda objectivo desta unidade curricular a aquisição de capacidade de aprendizagem autónoma seja pesquisando informação na literatura mais relevante disponível na web e em bibliotecas. Esta disciplina permite ao aluno um domínio apreciável sobre os fundamentos da relação estrutura-função biológica e uma capacidade acrescida para interpretação crítica da literatura científica sobre biomoléculas e o comportamento das células.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The acquisition of knowledge on the relation between biomolecules chemical composition-functional groups' structures, stereochemical features and their function is the goal of this curricular unit. At the end of this course students must know to correlate structure and biologic function, applying concepts learnt throughout the course, including enzyme mechanisms and kinetics in problem solving. Students will also acquire the skills to learn autonomously either by searching on the web and/or through specialised literature.

As the structure-function relationship is fundamental this course teaching-learning strategy will provide students with the critical skills to understand what is scientifically published about biomolecules behavior and, ultimately, about cells' behaviour.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Biomoléculas: constituição química, grupos funcionais e reacções de formação. Conformação/configuração: importância estrutural e funcional nas interações: estereoespecificidade e estereoselectividade.

Hidratos de Carbono: mono e polissacarídeos. Propriedades químicas e biológicas: determinantes estruturais, conformacionais e configuracionais.

Glicoproteínas e glicolípidos: estrutura e função.

Ácidos Nucleicos. Estrutura, propriedades químicas das unidades mono e poliméricas: papel na informação genética

Lípidos. Estruturas químicas. Funções estruturais, energéticas e sinalização intracelular.

Aminoácidos: estrutura química e propriedades. Configuração/conformação da ligação peptídica. Gráficos de Ramachandran. Proteínas: níveis de organização estrutural. Proteínas alostéricas.

Enzimas: especificidade catalítica, mecanismos de reacções enzimáticas e métodos de identificação. Controlo e regulação da actividade enzimática. .

4.4.5. Syllabus:

Chemical constitution of major biomolecules. Chemical groups reactivity in biomolecules formation. Conformation, configuration: structure and functional role.

Biomolecules interactions: stereoselectivity and stereoselectivity

Carbohydrates: Monosaccharides and polysaccharides. Structural and conformational major features: role in chemical and biologic properties. Glycoproteins and glycolipids: structure and function.

Nucleic acids. Monomeric units and polymers structure and chemical properties: role in genetic information.

Lipids. Chemical structures and functions (structural, energetic and cell signaling).

Aminoacids: chemical structures and properties. Peptide bond: conformation and configuration. Ramachandran graphics. Proteins: structural organization levels.

Allosteric proteins.

Enzymes: catalytic specificity, mechanisms of catalysis and identification methodologies. Control and regulation of enzymes activity

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Ao longo do curso será sempre dada ênfase especial às relações estrutura-actividade química-funções biológicas de cada polímero biológico e respectivos percursos. A ênfase particular dada à reactividade química e ao controlo estereoquímico nas biomoléculas, permitirá aos estudantes a aquisição de competências que possibilitam compreender os fundamentos subjacentes às funções biológicas das biomoléculas e, consequentemente, o comportamento das

células.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Throughout the course special emphasis is given to the structure-chemical reactivity-biologic functions relationship in each biologic biopolymer and respective precursors. Biomolecules chemical reactivity and stereochemical control, particularly focused in the syllabus, will provide students with skills to understand the fundamentals underlying the biomolecules biologic functions and ultimately about cells' behaviour.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia adaptar-se-á às condições logísticas existentes. Haverá componentes teórica e teórico-prática. Na teórica os estudantes adquirirão a capacidade de aplicar os conhecimentos adquiridos na resolução de questões concretas colocadas pelo professor ou pelos próprios. Nas teórico-práticas a existência de menos alunos/turma permitirá a realização de concursos entre alunos com vista á resolução de questões. Dado que cada aluno terá de colocar questões aos colegas a estratégia permitirá a continua aquisição de conhecimento e estratégias mentais.

Avaliação: Exame (50%) + Frequência (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The methodology will be continuously adapted to the existing physical structures. Teaching will have a theoretic component where students will acquire the ability to apply the acquired knowledge to concrete problems either through questions raised by the teacher or themselves. The other course component, theoretic-practic lectures, the lower number of students per class will offer conditions to implement strategies of continuous questions solving posed by competing groups of students. As each student will be obliged to pose questions to their fellows on every class this strategy will oblige students to acquire continuously knowledge and reasoning strategies.

Evaluation: Exam (50%) + Midterm exam (50%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Atendendo a que cada individuo usa de estratégias mentais específicas na resolução de situações concretas, um dos principais objectivos do curso é desenvolver o raciocínio bioquímico de cada aluno estimulando estratégias mentais individuais. A metodologia implementada contribui para a aquisição individual de conhecimentos e competências, dado que cada aluno é continuamente estimulado a aprender, quer individualmente quer competindo com os colegas em competições (sabatinas) realizadas entre grupos de alunos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Each individual has its own thinking strategy. It is thus the aim of this course to develop the biochemistry reasoning ability by stimulating each student particular skills. The methodology implemented will contribute to the individual acquisition of knowledge and skills since each student will be stimulated to learn autonomously through individual acquisition of knowledge e challenging other students via open competitions between students groups.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

D. L. Nelson & M. M. Cox (2017) Lehninger Principles of Biochemistry, 7th ed., W.H. Freeman and Company, New York, USA

2. J. M . Berg, J. L. Tymoczko & L. Stryer (2011) Biochemistry, 7th ed., W. H.Freeman and Company, New York, USA

R.A. Copeland (2000) Enzymes: A Practical Introduction to Structure, Mechanism, and Data Analysis, 2nd ed., New York: Wiley-VCH, Inc., USA.

Mapa IV - Princípios de Fisiologia Humana

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Princípios de Fisiologia Humana

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Principles of Human Physiology**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****BIOL*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****162*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****T-30; TP-30; S-4, O-5*****4.4.1.6. ECTS:*****6*****4.4.1.7. Observações:*****Opcional*****4.4.1.7. Observations:*****Optional*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Paulo Fernando Martins dos Santos (69h)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****<sem resposta>*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Esta unidade curricular visa dotar os estudantes com conhecimentos e competências na área da fisiologia que não tenham sido abordados em disciplinas mais gerais. Será atribuída ênfase particular à fisiologia humana, que será estudada dum modo integrado, com realce nos mecanismos de regulação e coordenação da atividade dos vários sistemas. Os mecanismos fisiológicos são estudados a nível celular e molecular. As alterações dos processos fisiológicos em situações de doença são frequentemente estudadas para estimular a aprendizagem.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****This course aims to provide students with knowledge and skills in the area of physiology that have not been addressed in more general courses. Particular emphasis will be given to human physiology, which will be studied in an integrated manner, with emphasis on the mechanisms of regulation and coordination of the activities of the various systems. The physiological mechanisms are studied at cellular and molecular level. Changes of physiological processes in situations of disease are often studied to stimulate learning.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1.Sistema endócrino: secreção e ação hormonal

Glândulas endócrinas e suas hormonas como reguladoras das atividades do organismo; Mecanismos de ação das hormonas; Estudo detalhado das hormonas da hipófise; Glândulas adrenais, tireoide e paratiroide; Pâncreas e outras glândulas endócrinas; Regulação autónoma e parácrina.

2.Regulação hormonal do metabolismo

Estado de absorção e estado de pós absorção; Balanço energético; Controlo hormonal do crescimento; Metabolismo ósseo e homeostase do cálcio. Exemplos de doenças da regulação hormonal do metabolismo.

3.Reprodução humana e sua regulação hormonal

Sistemas reprodutores masculino e feminino; Gametogénese; Determinação genética do sexo e desenvolvimento embrionário dos órgãos reprodutores; Regulação hormonal da reprodução; Fertilização, gravidez e parto.

4.Defesa e Imunidade

Mecanismos de defesa: imunidade humoral e imunidade celular. Coordenação do sistema imunitário. Respostas indesejáveis do sistema imunitário.

4.4.5. Syllabus:**1. Endocrine system: hormonal secretion and action**

Endocrine glands and their hormones as regulators of the body activities, action mechanisms of hormones. Detailed study of hormones of the pituitary and its relation to the nervous system, adrenal glands, thyroid and parathyroid, pancreas and other endocrine glands; autonomous and paracrine regulation.

2. Hormonal regulation of metabolism

Absorption and post-state absorption states, energy balance; Hormonal control of growth, bone metabolism and calcium homeostasis. Examples of diseases of hormonal regulation of metabolism.

3. Human reproduction and its hormonal regulation

Male and female reproductive systems; Gametogenesis; Genetic determination of sex and embryonic development of the reproductive organs; Hormonal regulation of reproduction; fertilization, pregnancy and childbirth.

4. Defense and Immunity

Defense mechanisms: humoral and cellular immunity. Coordination of the immune system. Undesirable immune responses.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Trata-se de uma disciplina clássica e que versa matérias da área da fisiologia de interesse para um biólogo, bioquímico ou biólogo computacional. Os assuntos cobertos no programa do curso focam o funcionamento de vários sistema fisiológicos, desde o nível molecular e celular até ao nível do organismo, tendo sempre em atenção a procura da homeostase.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This is a classical discipline that considers physiological subjects of interest to a biologist, biochemist or computational biologist. The subjects covered in the syllabus focus the functioning of various physiological systems, from the molecular and cellular level up to the level of the organism, bearing in mind the demand of homeostasis..

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino das aulas teóricas e práticas têm como objetivo a aprendizagem global da disciplina.

As aulas teóricas são apoiadas em apresentações com textos simples e em diagramas, gráficos, etc., com o apoio de meios audiovisuais. Há oportunidade de discutir os conceitos e assuntos mais difíceis.

Nas aulas práticas os alunos realizam atividades experimentais que incidem e complementam os conteúdos lecionados nas aulas teóricas.

Avaliação: Exame (37.5%), Frequência (37.5%), Trabalho de Síntese (10%), Trabalho de laboratório (15%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methods of both theoretical and theoretical-practical classes aim the global learning of the discipline.

The lectures are based on presentations with simple texts and diagrams, graphs, etc., with the support of media. There is opportunity to discuss the most difficult concepts and more complex points.

In practical classes, students perform experimental activities that focus and complement the subjects of lectures.

Assessment: Exam (37.5%), Midterm exam (37.5%), Synthesis work (10%), Lab work (15%)

**4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
*Os métodos de ensino utilizados são os clássicos, mas apoiados por materiais pedagógicos atuais.***

**4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
*The teaching methods used are the classics, but supported by current instructional materials.***

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

•*Silverthorn, D.U. (2013) Human Physiology: An Integrated Approach (6ª Ed) Perason Ed.*

•*Fox, S.I. (2011) Human Physiology (12ª Ed) McGraw-Hill Ed*

•*Seeley . Stephens . Tate (2005) Anatomia & Fisiologia (6ª Ed) Lusodidacta Ed*

Mapa IV - Inovação e Empreendedorismo Tecnológico

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Inovação e Empreendedorismo Tecnológico

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Innovation and Technological Entrepreneurship

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

G

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP – 30; S - 30

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

José Basílio Portas Salgado Simões

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Pretende-se estimular nos alunos uma atitude de inovação e de empreendedorismo através da discussão dos conceitos chave, do contacto e análise de casos de sucesso e de fracasso e da prática e exploração de cenários.

Pretende-se igualmente apoiar os alunos na descoberta e desenvolvimento das qualidades, características e atitudes de empreendedores bem sucedidos.

As principais competências a desenvolver são a atitude positiva, pro-ativa e empreededora, a capacidade de apresentação de ideias (em forma escrita e oral), a capacidade de negociação e a capacidade de elaboração e defesa de um plano de negócios.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

We intend to stimulate in students a mindset of innovation and entrepreneurship through discussion of the key concepts and the contact with success and insuccess entrepreneurial cases and the practice and exploration of scenarios.

It also aims to support students in discovering and developing the qualities, characteristics and attitudes of successful entrepreneurs.

The main competences that will be developed are those linked with a positive, pro-active and entrepreneurial attitude, the skills to present ideas and projects (in written and oral form), the ability to negotiate and to prepare and discuss a business plan.

4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Inovação***

. Definição de Inovação num contexto empresarial

. As 5 disciplinas da Inovação

- Identificação das necessidades importantes dos clientes e do mercado

- Criação de Valor

- Campeões da Inovação (Innovation Champions)

- Equipas de Inovação

- Alinhamento Organizacional

. Fóruns de Inovação

. Construção de Planos de Inovação

2. Construção e Apresentação de Propostas de Valor

- Metodologia NABC (Needs, Approach, Bennefit, Competition)

3. Técnicas de Negociação***4. Plano de Negócios***

- The Customer Development Model (customer discovery; customer validation)

- Canvas Business Model

5. Liderança e Empreendedorismo

- Motivação, formação e liderança

- Ambição

- A importância do Ecossistema e das Redes

4.4.5. Syllabus:**1 - The 5 disciplines of Innovation:**

- Identification of importante customer and market needs
- Value creation
- Innovation Champions
- Innovation Teams
- Organizational alignment
- . Innovation Forums
- . Innovation Plans

2. Building and Presenting Value Propositions

- NABC methodology (Needs, Approach, Bennefit, Competition)

3. Negotiation skills**4. Business Plans**

- The Customer Development Model (customer discovery; customer validation)
- Canvas Business Model

5. Leadership and Entrepreneurship

- Motivation, training and leadership
- Ambition
- The importance of networking and of the ecosystem

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*Os conteúdos programáticos estão alinhados com os objetivos curriculares pois o que se pretende é estimular nos alunos uma atitude empreendedora, o que só se consegue praticando e aprendendo com a experiência de empreendedores mais experientes.
Todos os conteúdos estão organizados de forma a estimular essa prática e observação, a qual se torna obrigatória também pela forma de avaliação curricular escolhida.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The syllabus are aligned with curricular objectives because the aim is to stimulate in students an entrepreneurial mindset, which can only be achieved by practicing and learning from the experience of more experienced entrepreneurs.
All contents are organised in order to stimulate this practice and observation, which becomes mandatory also due to the evaluation criteria chosen for the discipline.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Procurar-se-á implementar um método de aprendizagem participativo, privilegiando a aquisição activa de competências mais do que a transmissão passiva de conhecimentos. Os alunos, organizados em equipas, terão de efectuar pequenos testes práticos, como por exemplo a construção, apresentação e defesa de uma proposta de valor ou de um plano de negócios simplificado.
Serão dados exemplos práticos de empreendedores, bem e mal sucedidos, e convidados alguns protagonistas nacionais para partilharem a sua experiência.
A avaliação da UC será realizada tendo por base a prestação dos alunos ao longo do semestre nos testes, apresentações, e propostas de plano de negócios.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*A method of participatory learning is implemented, focusing on the active acquisition of skills rather than passive transmission of knowledge. The students, organized in teams, develop small practical tests, such as the construction, presentation and discussion of a value proposition and of a simplified business plan.
Practical examples of entrepreneurs are given, some of them are invited to give a speech to the students, sharing their personnel experience.*

The assessment of the course will result from the students' practical tests, presentations, discussions, and proposed business plans.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino seguida está alinhada com os objetivos da unidade curricular pois o que se pretende é estimular nos alunos uma atitude empreendedora, o que só se consegue praticando e aprendendo com a experiência de empreendedores mais experientes.

Todos os conteúdos e métodos de ensino utilizados estão organizados de forma a estimular essa prática e observação, a qual se torna obrigatória também pela forma de avaliação curricular escolhida.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies and the learning outcomes are aligned because the aim is to stimulate in students an entrepreneurial mindset, which can only be achieved by practicing and learning from the experience of more experienced entrepreneurs.

All contents and teaching methods are organized in order to stimulate this practice and observation, which becomes mandatory also due to the evaluation criteria chosen for the discipline.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

HBR's 10 Must Reads on Business Model Innovation (with featured article "Reinventing Your Business Model" by Mark W. Johnson, Clayton M. Christensen, and Henning Kagermann)

Harvard Business Review Press (July 2, 2019)

Authors: Clayton M. Christensen, Mark W. Johnson, Rita Gunther McGrath, Steve Blank

The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses

Author: Eric Ries

Publisher: Crown Business (USA)

Publication date, last edition 2017

The 5 Disciplines of Innovation, SRI – Stanford Research Institute, 2010

"The Startup Owner's Manual – The step by step guide for building a great company", www.steveblank.com

http://faculty.babson.edu/academic/sye3/RocketPitch/Student/index.htm

Mapa IV - Circuitos Neurais e Comportamento

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Circuitos Neurais e Comportamento

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Neuronal Circuits and Behaviour

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BIOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:**162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T: 30; TP: 20****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:*****Opcional*****4.4.1.7. Observations:*****Optional*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Emília da Conceição Pedrosa Duarte (30h)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****João Miguel Peça Lima Novo Silvestre (20h)*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****A disciplina fornece conhecimentos na área da neurociência de sistemas: do funcionamento dos circuitos e redes neuronais ao comportamento e às funções mentais mais complexas (percepção sensorial, controlo motor, memória e aprendizagem, estados de consciência, emoções, e tomada de decisão). Os estudantes irão também ficar a conhecer e compreender as técnicas e métodos de análise usados no estudo e na manipulação da actividade de circuitos e redes neuronais, e os testes de comportamento em modelos animais.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****The course will provide knowledge in systems neuroscience: from neuronal circuits and networks to behaviour and complex mental functions (sensory perception, motor control, memory and learning, states of consciousness, emotions, and decision-making). Students will also get acquainted with the techniques and analytical methods used to study and manipulate the activity of neuronal circuits, and the behavioural tests in animal models.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****Conceito de neurobiologia de sistemas: dos circuitos e redes neuronais às funções mentais.******Princípios básicos do funcionamento dos circuitos neuronais.******Técnicas para estudo de circuitos: electrofisiologia ex vivo e in vivo; manipulação optogenética; mapeamento dos circuitos por marcação viral retrógrada; técnicas de imagiologia cerebral.******Sistemas sensoriais e percepção: dos órgãos sensoriais ao processamento subcortical e cortical da informação.******Sistemas motores: organização anatómica; planeamento dos movimentos complexos; os gânglios da base e a iniciação dos movimentos; correcção pelo cerebello.******Estados de consciência: o estado de alerta e a atenção; sistemas cerebrais da atenção; circuitos do sono.******Cérebro e linguagem.******Emoções: circuitos da amígdala e córtex pré-frontal; medo; sistemas cerebrais de stress e efeitos na plasticidade cerebral; comportamento pró-social em modelos animais.***

Neurobiologia das funções executivas: tomada de decisão.

4.4.5. Syllabus:

Systems neuroscience, the concept: from circuits and neuronal networks to mind.

Basic principles of neuronal circuits organization and function.

Techniques to study neuronal circuits: ex vivo and in vivo electrophysiology; optogenetic manipulation; circuit mapping by retrograde viral tracing; brain imaging techniques.

Sensory systems and perception: from sensory organs to the subcortical and cortical processing of information.

Motor systems: anatomic organization; planning of complex movements; the basal ganglia and the initiation of movements; error correction by the cerebellum.

States of consciousness: alertness and attention, brain systems of attention, sleep circuits.

Brain and language.

Emotions: amygdala and prefrontal cortex circuits; fear; brain systems and stress effects on brain plasticity; prosocial behavior in animal models.

Neurobiology of executive functions: decision-making.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O estudo dos vários sistemas, através da análise de trabalhos científicos, irá permitir um conhecimento aprofundado das redes neuronais, das áreas cerebrais e suas conexões, que estão na base das funções cognitivas, executivas e do comportamento, ao mesmo tempo que promove a compreensão das tecnologias usadas e dos seus limites.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The study of the different systems, based on the analysis of scientific papers, will promote a thorough understanding of neuronal circuits and networks, brain areas and their connections, underlying cognitive and executive functions and behavior, while promoting the understanding of the technologies used and their limits.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, baseadas em grande parte na análise de trabalhos científicos.

Aulas teórico-práticas: análise de metodologias experimentais e dos efeitos de lesões cerebrais.

Avaliação: Exam (60%), Projeto (20%), Discussão de um tema (20%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures, mostly based on the analysis of scientific data.

Theoretical-practical classes: discussion of research tools and the effect of brain injuries.

Assessment: Exam (60%), Project (20%), Discussion of a topic (20%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O ensino baseado na análise de trabalhos de investigação permite o contacto dos estudantes com as metodologias, os modelos e as questões por esclarecer, ao mesmo tempo que consolida os conhecimentos e estimula o desenvolvimento das capacidades analíticas e de concetualização.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Teaching based on research data enables the students to get acquainted with the tools, models and open questions, while boosting learning and the analytical and conceptualization skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Purves et al, Principles of Cognitive Neuroscience (2nd Ed), Sinauer Associates, 2013.

Review and research papers (made available at Inforestud@nte).

Mapa IV - Biologia da Reprodução

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biologia da Reprodução

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biology of Reproduction

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BIOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-20, PL-15, TP-20, OT-10

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

João Ramalho de Sousa Santos (65h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Com esta unidade curricular pretende-se que o aluno aplique competências anteriores em Fisiologia, Biologia Celular, Molecular e do Desenvolvimento para a aprendizagem de princípios relacionados com a Biologia Reprodutiva, com destaque para a regulação hormonal, a produção e fisiologia de gâmetas e embriões de mamíferos, e técnicas de procriação medicamente assistida. A prática laboratorial focará isolamento e caracterização de gâmetas e células testiculares,

técnicas utilizadas na avaliação de gâmetas, na fertilização, e na análise pré-natal.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The student should apply previous knowledge in Physiology, Cell, Molecular and Developmental Biology to the specific field of Reproductive Biology, focusing on endocrinology, gametogenesis and embryogenesis and Assisted Reproduction. Practical lab exercises will include analysis of testicular cells and gametes.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

.1 Princípios de Biologia Reprodutiva

1.1. Comportamento e estratégias reprodutivas em mamíferos. Investimentos parentais.

1.2. Determinação sexual e puberdade

1.3. A endocrinologia da reprodução.

*2. Gametogénese, Fertilização e Desenvolvimento**

2.1. Dimorfismo sexual e formação de gâmetas

2.2. Fertilização e activação do desenvolvimento embrionário em mamíferos. Regulação epigenética e “imprinting”.

2.3. Estabelecimento da gravidez em mamíferos: implantação e desenvolvimento da placenta.

2.4. Desenvolvimento embrionário e nascimento.

2.5. Alimentação e aprendizagens pós-nascimento.

*3. Aplicações Tecnológicas e Biomédicas**

3.1. A qualidade seminal em mamíferos: parâmetros celulares, moleculares e bioquímicos de avaliação.

3.2. Procriação medicamente assistida: técnicas, acessibilidade e avaliação de resultados. Aplicações humanas.

3.3. Técnicas de avaliação pré-natal e pós-natal.

3.4. Células estaminais pluripotentes enquanto modelos biomédicos.

3.5. Implicações bioéticas.

4.4.5. Syllabus:

1. Basic Principles of Reproductive Biology

1.1. Behavior and reproductive strategies

1.2. Sexual determination and puberty

1.3. Endocrinological aspects of Reproduction.

2. Gametogenesis, fertilization and early development

2.1. Sexual dimorphism and gametogenesis.

2.2. Fertilization and early development. Epigenetic regulation and 2.3. 2.3. Implantation and placental development

2.4. Embryonic development and birth

2.5. Feeding behavior and post-birth learning

3. Biomedical applications

3.1. Semen quality in mammals. Evaluation at the cell, molecular and biochemical levels.

3.2. Assisted Reproduction and its use in humans.

3.3. Pre and Post-Natal diagnosis

3.4. Pluripotent stem cells as biomedical models

3.5. Bioethical implications

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O Conteúdo programático foi escolhido no sentido de promover a integração de conhecimentos anteriores com novas competências (mais específicas e leccionadas a um nível mais avançado) nesta área, de acordo com os objectivos da unidade curricular, e introduzir os alunos a investigação científica corrente na área.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus was elaborated in order to promote the integration of previous acquired knowledge with new (more specific, and taught at a higher level) competences in this field, in accordance with the curricular unit's objectives. An additional goal is to expose students to current research in the field.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A Disciplina funciona de modo modular e intensivo, intercalando os diferentes tipos de tipologias de aulas previstas de modo a evitar saturação. As aulas teóricas apresentam e desenvolvem as bases da área, que serão depois exploradas do ponto de vista laboratorial e através da discussão de artigos científicos recentes por parte dos alunos em aulas teórico-práticas, que se pretende integrem a informação, no sentido de apresentar e discutir investigação de ponta na área, projetada no futuro em termos de possíveis projetos ao nível de Mestrado e Doutoramento.

Avaliação: Exame (60%), Trabalho de Síntese (25%), Trabalho laboratorial (15%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The coursework is modular and intensive, mixing the different class typologies to avoid saturation. Lectures introduce and develop different aspects that will then be explored in both lab exercises, and via the student-oriented analysis and discussion of recent research articles in the field. The goal is to integrate different levels of information and also project what future Masters and PhD-level research Projects might be carried out in the future.

Assessment: Exam (60%), Synthesis work (25%), Lab work (15%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A metodologia de ensino pretende potenciar vários aspetos relacionados com utilização de conhecimentos anteriores, e a sua integração em problemas de complexidade crescente numa área de instigação específica. As aulas teóricas fornecem as bases de aprendizagem, as restantes são utilizadas na resolução de novos problemas e na tentativa de aproximar alunos pós-graduados do projetos de investigação concretos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodology implies potentiating and projecting previous knowledge into progressively more complex problems in a specific research field.

Theoretical lectures establish the basic concepts, while other classes are dedicated to novel problem solving, and attempt to introduce students to post-graduate research projects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

GILBERT. S, SINAUER (2013). Developmental Biology. 10th edition.

JOHNSON M Wiley-Blackwell (2013). Essential Reproduction. 7th Edition.

Recent Review and relevant Research articles in the field.

Mapa IV - Neurobiologia Celular e Molecular

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Neurobiologia Celular e Molecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cellular and Molecular Neurobiology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BIOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral**4.4.1.4. Horas de trabalho:****162****4.4.1.5. Horas de contacto:****T: 32; TP: 22****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:*****Opcional*****4.4.1.7. Observations:*****Optional*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****Carlos Jorge Alves Miranda Bandeira Duarte (32h)*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****Ana Luísa Monteiro Carvalho (22h)******Algumas aulas são leccionadas com a colaboração de especialistas convidados.******Some classes will be taught in collaboration with invited specialists*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Esta disciplina visa fornecer conhecimentos aprofundados e actuais sobre o funcionamento das células do sistema nervoso e da comunicação neuronal, assim como das estratégias experimentais usadas. Tem ainda por objectivo desenvolver capacidades para analisar trabalhos científicos e planear pequenos projectos de investigação na área.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****The main objective of this course is that the students learn about central concepts in Cellular and Molecular Neurobiology, and the experimental approaches routinely used when addressing scientific questions in this area.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****1. Estrutura básica do sistema nervoso******2. Transporte axonal******3. Mecanismos moleculares da transmissão sináptica******3.1. Metodologias e preparações biológicas para o estudo de receptores******3.2. Estrutura da sinapse******3.3. Síntese, acumulação sináptica e degradação dos neurotransmissores acetilcolina, glutamato, GABA, glicina, catecolaminas e serotonina******3.4. Mecanismos moleculares da exocitose******3.5. Estrutura e função dos receptores dos neurotransmissores***

3.6. Plasticidade sináptica e memória

4.4.5. Syllabus:

1. Structure of the nervous system

2. Axonal transport

3. Molecular mechanisms of synaptic transmission

3.1. Methodologies and experimental models to study neurotransmitter receptors and neurotransmitter release

3.2. Synaptic structure

3.3. Synthesis, accumulation in synaptic vesicles and degradation of the neurotransmitters acetylcholine, glutamate, GABA, glycine, catecholamines e serotonin

3.4. Molecular mechanisms of exocytosis

3.5. Structure and function of neurotransmitter receptors

3.6. Synaptic plasticity and memory

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O programa permite aos alunos adquirir uma perspectiva global acerca do funcionamento e comunicação entre células nervosas, ao nível celular e molecular. As aulas de carácter teórico-prático permitirão aos alunos conhecer os fundamentos, vantagens e limitações das diversas estratégias experimentais usadas em estudos de Neurobiologia Celular e Molecular. Estes aspectos serão ainda consolidados nas aulas teóricas e nas sessões de apresentação e discussão de artigos. Os conhecimentos adquiridos nestas actividades serão utilizados no planeamento do projecto proposto pelos alunos na sequência dos artigos apresentados.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The program will allow the students to attain a global perspective about the function and communication between nerve cells, at the cellular and molecular level. The classes for discussion of methodologies used in Cellular and Molecular Neurobiology research will allow the students to learn about the principles, advantages and limitations of the different experimental strategies. This will be further consolidated during the lectures and in the presentation and discussion of scientific papers by the students. These skills will be used in the preparation of the research proposals by the students, which will be based on the research papers presented by them.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino inclui aulas teóricas, teórico-práticas para discussão de abordagens experimentais usadas em estudos de Neurobiologia Celular e Molecular, resolução de problemas baseados na interpretação de resultados publicados em revistas científicas da área e apresentação e discussão de artigos científicos pelos alunos.

Avaliação: Exame (75%), Discussão e apresentação de tema (25%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies include lectures, classes for discussion of methods used in Cellular and Molecular Neurobiology research, problem solving sessions and presentation and discussion of research papers by the students. The problem solving sessions are aimed at solving problems based on the interpretation of results selected from scientific publications in the field.

Assessment: Exam (75%), Discussion and presentation of a topic (25%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Espera-se que as metodologias propostas estimulem o interesse dos alunos pela actividade científica, nomeadamente através da pesquisa em publicações científicas de qualidade, e a sua capacidade de interpretar e analisar de forma crítica os resultados publicados. Os alunos terão ainda que exercer a sua capacidade de comunicação através da apresentação e discussão de um artigo científico. Os trabalhos em grupo deverão fomentar o debate científico. A elaboração de um pequeno projecto tendo como ponto de partida o conteúdo do artigo apresentado pelos alunos contribuirá também para desenvolver a capacidade de pesquisa, levará ao aprofundamento dos conhecimentos num tema específico e procurará estimular o espírito científico dos alunos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The proposed methodologies are expected to promote the interest of the students for scientific research, including the reading of original scientific publications of high quality, and to improve the students skills in the interpretation and critical analysis of publications. The students will also practice their communication skills by presenting and discussing a scientific paper. The work in group is aimed at promoting scientific debate. The elaboration of the short research proposal based on the paper presented by each group of students will contribute to the development of their skills in searching for scientific information, and will increase their knowledge in the field of the essay. Overall, the latter activity should also promote the students' critical sense.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

* *Byrne, J.H., Roberts, J.L. (2009) From Molecules to Networks. An Introduction to Cellular and Molecular Neuroscience. Elsevier Science, San Diego, CA.*

* *Siegel, G.J., Albers, R.W., Brady, S.T., Price, D.L. (2012) Basic Neurochemistry. Academic Press, Burlington, MA.*

* *Purves, D., Augustine, G.J., Fitzpatrick, D., Hall, W.C., LaMantia A.-S., McNamara, J., Williams, S.M. (2012) Neuroscience. Sinauer Associates, Inc., MA. (5th edition).*

Mapa IV - Toxicidade e Doença**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Toxicidade e Doença

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Toxicity and Disease

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BIOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

20 T, 25 PL, 20 TP, 3 OT

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Carlos Manuel Marques Palmeira (68h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

***Algumas aulas serão dadas em colaboração com especialistas convidados
Some classes will be taught in collaboration with invited specialists***

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Os conceitos, as metodologias e estratégias que são utilizados, quer na componente teórica, quer na componente prática desta disciplina, além de permitirem compreender os mecanismos moleculares de diferentes doenças, são fundamentais para a compreensão dos mecanismos de acção, biotransformação e toxicidade de fármacos e outros compostos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Concepts, methodologies and strategies that are used both in theoretical, either in the practical component of this course, besides allowing to understand the molecular mechanisms of various diseases, are fundamental to understanding the mechanisms of action and toxicity biotransformation of drugs and other compounds.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Princípios básicos de toxicologia

Casos em toxicologia médica

Sistemas modelo e organismos em toxicologia

Biologia mitocondrial e vias de morte celular

PGC-1 alfa: Regulação da transcriçãometabólica por um cofator

BAT: Uma nova esperança para a obesidade?

Isquemia / reperfusão: mecanismos de lesão tecidual

Proteção Potencial e desequilíbrio metabólico durante a regeneração hepática

Morfologia e dinâmica mitocondrial: sua importância na doença.

Regulação do metabolismo e doenças: o papel dos mecanismos genéticos.

Síndrome metabólica: uma condição reversível?

Doenças do cérebro.

Estratégias de neuroproteção.

4.4.5. Syllabus:

Basic principles of toxicology

Cases in medical toxicology

Model systems and organisms in toxicology

Mitochondrial Biology and Cell Death Pathways: “The basics”.

PGC-1alpha: Metabolic transcription regulation by a cofactor

BAT: A new hope for obesity?

Ischemia/reperfusion: mechanisms of tissue injury

Potential protection and metabolic imbalance during liver regeneration

Mitochondrial morphology and dynamics: implications for disease.

Metabolism regulation and disease: the role of genetic mechanisms.

Metabolic syndrome: A Reversible Life-Threatening Condition.

**Diseases of the brain.
Neuroprotective strategies.**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O objectivo fundamental desta unidade curricular é compreender os mecanismos moleculares de diferentes doenças, que são fundamentais para a compreensão dos mecanismos de acção, biotransformação e toxicidade de fármacos e outros compostos. Esta visão holística para além de reforçar a componente cognitiva requer uma visão integradora que contribui para o desenvolvimento de competências e atitudes transversais nos alunos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The fundamental aim of this course is to understand the molecular mechanisms of different diseases, which are fundamental to understanding the mechanisms of action, biotransformation and toxicity of drugs and other compounds. This holistic perspective reinforces the cognitive component of the students and since an integrative insight is required, it surely contributes to the development of transversal competences and values.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com apresentação \ explicação \ discussão de temas de ponta na área.

Nas aulas teórico-práticas os alunos discutirão artigos \ temas de vanguarda no campo. Elaboração de um projecto de investigação científica escrito e apresentado \ defendido (50%) em apresentação oral a todos os alunos da edição (painéis serão nomeados para este fim, entre os alunos da disciplina). Exame (50%)

Do ponto de vista laboratorial pretende-se que os alunos utilizem o conhecimento antes de realizar um trabalho autónomo, incluindo o planeamento experimental, obtenção e discussão crítica dos resultados.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes with the presentation \ explanation \ discussion of cutting-edge topics in the area.

In theoretical-practical classes students will discuss articles \ cutting-edge topics in the field. Elaboration of a scientific research project written and present \ defend in oral presentation (50%) to all students of the edition (panels shall be appointed for this purpose, among the students of the discipline). Exam (50%)

The laboratory standpoint it is intended that students use knowledge prior to performing an autonomous work, including planning of experiments, obtaining and critical discussion of results.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As metodologias de ensino reforçam o desenvolvimento cognitivo dos estudantes mas para além disso as sessões em pequenos grupos pretendem ajudar a desenvolver a sua capacidade crítica e competências em investigação.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching and learning methodologies and the pedagogical approaches were chosen to reinforce the cognitive development of the students. Moreover the classes with small groups aim to develop the critical ability and investigative competence.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Mechanistic Toxicology, Boelsterli, U.A. (Ed.), Taylor & Francis, U.K. (2005);*
- *Basic Medical Biochemistry (Second edition), Smith C., Marks A.D. and Lieberman;*
- *M. (Eds.), Lipincott Williams & Wilkins, New York (2005);*
- *Mitochondria in Health and Disease, Berdanier C. (Ed.), CRC Press, USA (2005).*

Mapa IV - Regulação Celular

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Regulação Celular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cellular Regulation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BIOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T- 30; PL - 44; TP - 7

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Ana Luísa Monteiro Carvalho (37h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Carlos Jorge Alves Miranda Bandeira Duarte (44h)

Algumas aulas são leccionadas com a colaboração de especialistas convidados.

Some classes are taught with the collaboration of invited experts.

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta disciplina visa dotar os alunos de conhecimentos aprofundados sobre aspectos actuais da Regulação Celular ao nível molecular, assim como das estratégias experimentais usadas. Pretende-se também que os alunos consigam identificar as questões científicas mais relevantes nas áreas abordadas nas aulas teóricas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main objective of this course is that the students learn about central concepts in cell regulation, and have contact with the experimental approaches routinely

used when addressing scientific questions at the molecular cell biology level. The students are also expected to identify the emerging questions in the topics lectured during the course.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Estrutura e função celular

- *Endereçamento e transporte de proteínas na célula*
- *Forma e movimento celular*
- *Adesão e comunicação celular*

2. Tráfego intracelular

- *Vias endocítica e exocítica*
- *Defeitos no tráfego intracelular e mecanismos de doença*

3. Sinalização intracelular

- *Mensageiros intercelulares e seus receptores*
- *Vias de sinalização intracelular*

4. Regulação da expressão genética e da degradação de proteínas na célula

- *Regulação da expressão genética ao nível da transcrição e da tradução*
- *Degradação de proteínas na célula*
- *Morte celular por autofagia*

5. O ciclo de vida da célula

- *Bases moleculares e mecanismos de regulação*
- *Morte celular programada*

Trabalhos práticos a desenvolver pelos alunos:

- 1. Tráfego nuclear da proteína Rev do HIV*
- 2. Ensaio de fagocitose de partículas inertes por macrófagos.*
- 3. Sinalização celular e morte celular*
- 4. Regulação do proteoma pelo sistema ubiquitina-proteassoma*

4.4.5. Syllabus:

1. Cellular structure and function

- *Targeting and transport of proteins in the cell*
- *Cell shape and movement*
- *Cell adhesion and communication*

2. Intracellular traffic

- *Endocytic and exocytic pathways*
- *Defects in intracellular traffic as mechanisms of disease*

3. Intracellular signaling

- *Intercellular messengers and their receptors*
- *Intracellular signaling pathways*

4. Regulation of gene expression and protein degradation in the cell

- *Regulation of gene expression at the transcription and translation levels*
- *Pathways for protein degradation in the cells*

- Autophagy

5. The life cycle of the cell

- **Molecular basis and mechanisms of regulation**
- **Programmed cell death**

Research projects to be prepared and conducted by the students:

- 1. Traffic of the HIV protein Rev to the nucleus**
- 2. Phagocytosis of inert particles by macrophages**
- 3. Intracellular signaling and cell death**
- 4. Regulation of the proteome by the ubiquitin-proteasome system**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O programa permite aos alunos adquirirem uma perspectiva global acerca dos desafios actuais em investigação na área da Biologia Celular. Nas aulas teóricas a discussão das diversas matérias é acompanhada da análise de resultados experimentais. As aulas práticas têm por objectivo ilustrar alguns dos conceitos abordados nas aulas teóricas, assim como algumas das metodologias usadas actualmente em estudos de Biologia Celular e Molecular. Na primeira semana de aulas os alunos elaboram os protocolos experimentais usados nas semanas seguintes, para a realização dos projectos apresentados pelos docentes no primeiro dia de aulas. Deste modo, os alunos são estimulados a pesquisar diferentes estratégias no sentido de encontrar a mais adequada para responder às questões que lhes são colocadas e posteriormente investigadas durante as aulas práticas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The program provides students a global perspective of the current challenges in Cell Biology research. In the lectures the different topics are discussed together with the analysis of experimental results. The laboratory component of the course aims at illustrating some of the concepts discussed in the lectures, as well as some of the methodologies currently used in Cell and Molecular Biology research. During the first week of the course the students prepare the protocols used in the laboratory work in the following two weeks; these short projects should answer the scientific questions put forward by the coordinators of the course in the first day of the course. This strategy encourages students to search for the best experimental approach to address the questions that are investigated in the laboratory component of the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino inclui:

- 1) Aulas teóricas onde os diversos conceitos são apresentados tendo como base as evidências experimentais que lhes deram origem;*
- 2) Sessões em que são discutidos os protocolos experimentais elaborados pelos alunos (de modo a testar hipóteses colocadas pelos docentes da disciplina);*
- 3) Trabalho laboratorial. Neste componente da disciplina os alunos são encorajados a trabalhar de forma autónoma e a preparar as suas próprias soluções e material biológico, de modo a obterem e analisarem os seus próprios resultados.*

Avaliação: Exame (70%), Apresentações (15%), Trabalho laboratorial (15%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies combine

- 1) Lectures in which the concepts are presented on the basis of the original experimental evidence that support them;*
- 2) Sessions to discuss the experimental protocols put together by the students (to test an hypothesis put forward by the coordinators of the course);*
- 3) Laboratory work. For these classes, the students are encouraged to work autonomously, and are asked to prepare solutions and the biologic material, to collect data and to interpret data on their own.*

Assessment: Exam (70%), Presentations (15%), Lab work (15%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Nas aulas teóricas a discussão das diversas matérias é acompanhada da análise de resultados experimentais; um conjunto de aulas sobre técnicas avançadas em Biologia Celular e Molecular faz também parte do programa. Na primeira semana de aulas os alunos elaboram os protocolos experimentais usados nas semanas seguintes, para a realização dos projectos apresentados pelos coordenadores do curso no primeiro dia de aulas. Estes protocolos são discutidos com os alunos no final da primeira semana de aulas de modo a assegurar o sucesso do programa experimental. Pretende-se com esta actividade que os alunos adquiram a autonomia necessária à actividade de investigação científica. Os projectos realizados nas aulas práticas têm por objectivo ilustrar alguns dos conceitos abordados nas aulas teóricas, assim como algumas das metodologias usadas em estudos de Biologia Celular e Molecular. A apresentação dos resultados pelos alunos permite também o desenvolvimento de capacidades de comunicação.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

In the lectures the different topics are discussed together with the analysis of experimental results, and several lectures on Advanced Methodologies used Cell and Molecular Biology research are also planned. In the first week of the course the students prepare the protocols that are used in the short research projects performed in the practical component of the course, to address the scientific questions raised at day 1. These protocols are discussed with students at the end of the first week, in order to ensure the success of the experimental program. The aim of this activity is to provide students the autonomy required in scientific research. The practical component of the course aims at illustrating some of the topics discussed in the lectures, as well as illustrating methodologies used in Cell and Molecular Biology research. The presentation of the results by the students contributes to the development of communication skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*H. Lodish et al. (2016) Molecular Cell Biology. W.H. Freeman. 8th edition
B. Alberts et al. (2016) Molecular Biology of the Cell. Garland Science. 6th edition
T. Pollard and W.C. Earnshaw (2008) Cell Biology. Saunders/Elsevier. 2nd edition
B. Gompers et al. (2009) Signal Transduction. Academic Press. 2nd edition*

Mapa IV - RMN Biomédico e Imagiologia Molecular**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

RMN Biomédico e Imagiologia Molecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomedical MRI and Molecular Imaging

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BIOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

40 T; 10 PL; 9 S

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Opcional***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Carlos Frederico de Gusmão Campos Geraldes (59h)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Esta unidade curricular tem por objectivo apresentar aos alunos a um nível aprofundado os conceitos da espectroscopia RMN úteis em Biomedicina, bem como da Imagem por Ressonância Magnética. Serão também apresentadas e discutidas as principais aplicações destas técnicas em investigação biomédica ao nível celular, órgãos, animais e humanos, bem como na prática clínica. Serão introduzidas a nível muito básico outras técnicas imageológicas importantes em diagnóstico médico, tais como raios X, ultrasons e técnicas de Medicina Nuclear, tais como PET e SPECT, ou outras ainda em desenvolvimento, tais como a imagem óptica (incluindo bioluminescência – BLI). Estes conceitos permitirão a apresentação e discussão dos recentes desenvolvimentos em imagem molecular multimodal.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The main goal of this CU is to present to the students at a deeper level the concepts of NMR spectroscopy useful in Biomedicine, as well as of MRI. We will present and discuss the main applications of these techniques in biomedical research at the cell, organ, animal and human levels, as well as in the clinical practice. We will also introduce at a very basic level other imaging techniques which are important in medical diagnostics, such as X ray tomography, ultrasounds and Nuclear medicine techniques, such as PET and SPECT, or others still in development, such as optical imaging (including bioluminescent imaging, BLI). These concepts will allow the presentation and discussion of the recent developments in multimodal molecular imaging.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução. Interação da radiação com a matéria - ondas de rádio até aos raios gama. Atenuação. Absorção. Espectroscopia RMN Biomédico in vivo e suas aplicações. Metabólica. Imagem Médica. Modalidades e características. Propriedades das imagens. Imagem IRM. Bases físicas e fisiológicas. Técnicas de difusão, perfusão e angiografia. Aplicações. IRM funcional cerebral. Imagem Nuclear. Síntese de radiofármacos. Tomografia de emissão - PET/SPECT. Aplicações em investigação biomédica e clínica. Imagem Óptica. Luminescência. Efeitos em tecidos biológicos. Uso de células e animais transgênicos. Exemplos pré-clínicos. Imagem multimodal. Imagem Molecular. Conceitos básicos de agentes de contraste IRM. Optimização das suas propriedades. Tipos de agentes de imagem: exemplos pré-clínicos e clínicos. Agentes vectorizados de imagem molecular. Marcação e "tracking" de células in vivo. Agentes de Teragnóstica. Agentes CEST. Hiperpolarização. Imagem metabólica. Conclusões. Perspectivas.

4.4.5. Syllabus:

Introduction. Interaction of radiation with matter: radio waves to gamma rays. Attenuation. Absorption. In vivo biomedical NMR and its applications. Metabolomics. Medical Imaging. Modalities and characteristics. Properties of images. MRI. Physical and physiological basis. Diffusion, perfusion and angiography. Applications. Functional MRI. Nuclear Imaging. Production of radiopharmaceuticals. Emission Tomography - PET/SPECT. Applications in biomedical and clinical research. Optical imaging. Luminescence. Effects in biological tissues. Use of cells and transgenic animals. Preclinical examples. Multimodal imaging. Molecular Imaging. Contrast agents for MRI. Optimizations of their properties. Cell labeling and tracking in vivo. Teragnostics. CEST agents. Hyperpolarization.

Metabolic imaging. Conclusions and perspectives.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O objectivo fundamental desta UC é aprendizagem dos conceitos e aplicações da espectroscopia RMN e da Imagem MRI aplicada á Biomedicina, ao nível celular, de órgãos, animais e humanos, bem como na prática clínica. Um outro objectivo é a introdução de outras técnicas de imagem para diagnóstico médico, tais como raios X, ultrasons, técnicas de Medicina Nuclear (PET e SPECT), bem como imagem óptica e imagem multimodal. O conteúdo programático proposto contém tópicos relativos a cada um dos temas principais leccionados, reflectindo a preocupação em transmitir aos alunos os avanços essenciais da ciência nesta área do conhecimento, com particular realce para as aplicações clínicas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The main goal of this CU is acquiring knowledge regarding the basic concepts and applications of NMR spectroscopy and MRI imaging applied to biomedicine, at the cell, organ, animal and human levels, as well as in clinical practice. Another objective is the introduction of other imaging techniques for medical diagnostics, such as X-rays, ultrasounds, nuclear medicine (PET, SPECT), as well as optical and multimodal imaging. The proposed syllabus comprises topics dedicated to each one of the fundamental topics covered in class, reflecting the care in teaching the main scientific achievements within this field of knowledge, particularly regarding the clinical applications.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

-Theoretical: covers the main program topics using suitable audio-visual methods, with student participation

-Theoretical-practical: analysis of 4 recent research papers with specific evaluation in the final exam.

-Practical: contact with the scientific methods of molecular imaging, through visits to the ICNAS, with practical MRI/MRS work and demonstrations of the functioning of SPECT and PET imaging systems, and radiolabeling.

-Seminar: preparing a seminar work based on the practical sessions, presented in written form and evaluated.

Avaliação: Exame (60%), Trabalho de síntese (40%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

-Theoretical: covers the main program topics using suitable audio-visual methods, with student participation

-Theoretical-practical: analysis of 4 recent research papers with specific evaluation in the final exam.

-Practical: contact with the scientific methods of molecular imaging, through visits to the ICNAS, with practical MRI/MRS work and demonstrations of the functioning of SPECT and PET imaging systems, and radiolabeling.

-Seminar: preparing a seminar work based on the practical sessions, presented in written form and evaluated.

Assessment: Exam (60%), Synthesis work (40%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os métodos de ensino propostos enquadram-se no âmbito dos objectivos desta UC, já que, além das aulas presenciais relativas a cada tema, incluem sessões práticas em centros de investigação de excelência na UC relativos a imagem médica, trabalhos de pesquisa bibliográfica e apresentação de seminário, bem como treino na análise e interpretação de artigos de investigação recentes nesta área.

Deste modo é dada oportunidade aos alunos para contactarem e apreenderem os avanços mais relevantes e actuais nesta área do conhecimento em Biociências.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The teaching methodologies proposed for this CU are fully within its major learning goals, since, apart from the face-to-face classes focusing each subject, they include practical sessions in research centers of excellence at the University of Coimbra relative to medical imaging, bibliographic research work and presentation of seminars, as well as training in the analysis and interpretation of recent research articles in this area.

In this way, the students will be given the opportunity of getting acquainted with the most relevant and up-to-date developments in this particular field of knowledge in Biosciences.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *N. Beckman (1995) Carbon-13 NMR Spectroscopy of Biological Systems, Academic Press, N.Y.*
2. *J.D. de Certaines, W.M.M.J. Bovée, F. Podo (1992) Magnetic Resonance Spectroscopy in Biology and Medicine, Pergamon Press, Oxford*
3. *R. J. Gillies (1994) NMR in Physiology and Biomedicine, Academic Press, N.Y.*
4. *E.B. Cady (1990) Clinical Magnetic Resonance Spectroscopy, Plenum Press, N.Y.*
5. *Rinck, P.A. (2003) Magnetic Resonance in Medicine. The basic Textbook of the European Magnetic Resonance Forum. ABW Wissenschaftsverlag, Leiben, Austria.*
6. *M. A. Brown and R.C. Semelka (2003) MRI, basic principles and applications, Wiley-Liss, Hoboken, N.J.*
7. *Bushberg, J.T., Seibert, J.A., Leidholdt, E.M., Boone, J.M. (2002) The Essential Physics of Medical Imaging. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia, USA.*
8. *Dendy, P.P., Heaton, B. (1987) Physics for Radiologists. Blackwell Scientific Publications, Oxford. UK.*

Mapa IV - Biotecnologia Molecular**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Biotecnologia Molecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Molecular Biotechnology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BIOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 30; TP: 5; PL: 20

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Paula Cristina Veríssimo Pires (55h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Esta unidade curricular tem como objectivo apresentar conhecimentos actuais e perspectivas futuras na área da biotecnologia molecular. A disciplina encontra-se organizada em dois blocos. No primeiro serão leccionados aspectos fundamentais desta área como: tecnologia de DNA recombinante, produção de proteínas recombinantes, e engenharia de proteínas. No segundo bloco serão discutidas as aplicações clássicas e mais actuais desta tecnologia nas áreas de diagnóstico molecular, genómica e proteómica e terapia génica.

Pretende-se que o aluno adquira conhecimentos fundamentais nesta área e os aplique no desenho de novas estratégias de clonagem e produção de proteínas recombinantes. Consiga analisar e discutir trabalhos científicos, e planear pequenos projectos de investigação na área de produção de engenharia de proteínas e terapia génica.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This course aims to present advanced knowledge in the field of molecular biotechnology. The course is organized in two parts. In the first one fundamental aspects will be presented such as: recombinant DNA technology, recombinant protein production and protein engineering. In the second part we discuss applications of this technology in the areas of molecular diagnostics, genomics and proteomics, and gene therapy.

The students should acquire fundamental knowledge in molecular biotechnology and apply the acquired concepts in the design of new cloning strategies and production of recombinant proteins. The student should be able to analyze and discuss scientific papers, and plan small research projects in the area of protein engineering and gene therapy.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1.Estratégias de Clonagem

2.Produção de proteínas recombinantes em sistemas procariotas e em sistemas eucariotas (leveduras, células de insectos em cultura e células de mamíferos em cultura). Metodologia e aplicações.

3.Engenharia de proteínas: mutagénese dirigida e mutagénese ao acaso, metodologia e aplicações. Redesenho de enzimas.

4.Genómica, proteómica e metabolómica*: novas metodologias “ómicas” e aplicações.

5.Diagnóstico Molecular*: Metodologia e aplicações.

6.Terapia génica*:Patologias alvo. Vertentes de aplicação: Protocolos de ensaios clínicos aprovados. Condicionantes biológicas à administração e transferência intracelular de material genético.

a.Sistemas de transporte de material genético: Sistemas do tipo viral e do tipo não viral. Vantagens e condicionantes da sua aplicação.

b. A utilização de lipossomas em terapia génica: modulação das suas propriedades para aplicação in vivo. Estudos de actividade terapêutica em modelo animal.

4.4.5. Syllabus:

1.Cloning Strategies

2.Production of recombinant proteins:

-Manipulation of gene expression on prokaryotes

- Heterologous protein production in Eukaryotic cells (yeast, insect cells and mammalian cells in culture). Methods and applications.

3. Protein Engineering: directed mutagenesis and random mutagenesis, methods and applications. Enzyme Redesign

4. Genomics, proteomics and metabolomics: new "omics" technologies and applications.

5. Molecular Diagnostics: Fundamentals, methods and applications.

6. Gene Therapy: Targeted Diseases. Clinical trial protocols.

6.1 Gene delivery systems: non-viral and viral systems. Advantages and limitations.

6.2 The use of liposomes in gene therapy: modulation of their properties towards in vivo application Studies of therapeutic activity in animal model.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os conteúdos programáticos da unidade curricular estão divididos em dois blocos que são apresentados de modo a promover a integração de conhecimentos. No primeiro são leccionados aspectos fundamentais da área de Biotecnologia Molecular como: a tecnologia de DNA recombinante, produção de proteínas recombinantes, e engenharia de proteínas. No segundo bloco são apresentadas e discutidas aplicações actuais desta tecnologia nas áreas de diagnóstico molecular, genómica e proteómica e terapia génica. A calendarização dos conteúdos programáticos associados à metodologia de ensino com aulas práticas, onde os alunos apresentam e discutem artigos científicos relevantes nas áreas de engenharia de proteínas e terapia génica, promove a aprendizagem dos conceitos teóricos de biotecnologia molecular bem como a sua aplicação.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus of the course is divided into two blocks and is elaborated in order to promote the integration of knowledge in molecular biotechnology field. In the first one fundamental aspects of the area are presented such as recombinant DNA technology, recombinant protein production and protein engineering. In the second block current applications of this technology in the areas of molecular diagnostics, genomics and proteomics, and gene therapy are presented. The timing of the syllabus associated with teaching methodology, namely practical classes where students present and discuss relevant scientific manuscripts in the fields of protein engineering and gene therapy promotes learning of theoretical concepts of molecular biotechnology and its application.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*A unidade curricular vai decorrer de um modo intensivo, durante 4 semanas com aulas teóricas e aulas teórico-práticas e práticas. Nas aulas teóricas são apresentado as bases e os desenvolvimentos recentes da área que posteriormente são explorados pelos alunos, nas aulas teórico-práticas e práticas com a realização da proposta de um projecto e com a discussão de artigos científicos relevantes na área de engenharia de proteínas e terapia génica.
Avaliação: Exame (40%), Projeto (30%), Apresentação de artigos (30%)*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The course will run intensively for 4 weeks with lectures and practical classes. In the lectures the fundamental knowledges and recent developments in the area are presented that, later are explored by students, in the classroom with the realisation of a project proposal and discussion of relevant scientific articles in the field of protein engineering and gene therapy .
Assessment: Exam (40%), Project (30%), Presentation of articles (30%)*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

*As metodologias de ensino utilizadas têm como objectivo potenciar a integração de conhecimentos anteriores com os específicos desta unidade curricular de modo a permitir ao aluno a resolução de novos problemas e despertar o seu interesse pela actividade científica desenvolvida em projectos de investigação actuais e concretos da área.
As aulas teóricas e a calendarização dos temas leccionados fornecem ao alunos as bases essenciais para aprendizagem de conceitos com um grau crescente de complexidade e as aulas teórico-práticas permitem apresentar, debater e propor estratégias actuais da área.*

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

*These teaching methodologies aim to enhance the integration of prior knowledge with the specifics of this course in order to enable the student to solve new problems and stimulate their interest in scientific activity developed in research projects.
The lectures provide the students with the essential knowledge for learning concepts with an increasing degree of complexity and practical classes allow present and discuss current strategies in the area.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. Molecular Biotechnology, 5ª edição, (2017) B.R. Glick e J. Pasternak. ASM Press, Washington DC.*
- 2.. Non-viral vectors for gene therapy (Leaf Huang, Mien-Chie Hung and Ernst Wagner, Editors) Elsevier, Academic Press, second edition, Parts I and II*

(2005).

Mapa IV - Escrita Científica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Escrita Científica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Scientific Writing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

GC

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

108

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 3; TP: 6; OT: 15

4.4.1.6. ECTS:

4

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Emília da Conceição Pedrosa Duarte (T 3h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Ana Luísa Monteiro de Carvalho (TP 6h)

Supervisores de dissertação | Supervisors of Dissertation (OT 15h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Aprendizagem das regras da escrita científica.

Desenvolvimento de competências para a pesquisa, seleção, organização e análise crítica de informação científica.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Learning of scientific writing rules.

Development of skills to search, select, organize and critically analyze scientific information.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Formas de apresentação de resultados e de comunicação científica.

Formatação de gráficos, tabelas, "posters" e artigos científicos.

O processo de submissão e revisão de artigos científicos.

Pesquisa bibliográfica e elaboração dum trabalho escrito de revisão (monografia) sobre o estado do conhecimento na área do projecto de investigação que está a realizar.

4.4.5. Syllabus:

Forms of data presentation and scientific communication.

Formatting graphics, tables, posters and scientific papers.

The process of submission and review of scientific papers.

Literature survey and writing of a review on the existing knowledge in the field of the thesis project being carried out .

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A pesquisa e análise de trabalhos publicados na área do projeto de tese, e subsequente elaboração do trabalho escrito de síntese, conduzem a um conhecimento aprofundado da área e à identificação de questões por esclarecer, ao mesmo tempo que promovem a aprendizagem das estratégias e regras da escrita científica, que foram introduzidas num pequeno número de aulas teóricas e teórico-práticas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The literature survey in the field of the thesis project and the preparation of the written review lead to a thorough understanding of the scientific area and the identification of open questions, while promoting the learning of the rules of scientific writing, which were introduced in a few lecture and theoretical-practical classes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (apenas 3 h) para introdução às formas e regras da escrita científica.

Aulas teórico-práticas: exercícios práticos de escrita (resumos, legendas de figuras, formatação de bibliografia) e deteção de erros de formatação e ambiguidade em textos científicos.

Ensino tutorial pelo supervisor durante a pesquisa bibliográfica e a escrita da monografia.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures (3 h only) to introduce the forms and rules of scientific writing.

Theoretical-practical classes: some writing exercises (abstracts, figure legends, bibliography formatting) and detection of formatting mistakes and ambiguity in scientific texts.

Tutorial teaching by the supervisor during the literature survey and writing of the review paper.

Avaliação: Trabalho de síntese (100%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

As aulas teóricas introduzem as regras da escrita científica, as aulas teórico-práticas treinam a sua aplicação, e a interação com o orientador durante a organização e a escrita da monografia reforçam a aprendizagem ao mesmo tempo que promove a aquisição do estado do conhecimento na área do projecto de tese.

Assessment: Synthesis work: 100%

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The lectures introduce the rules of the scientific writing, the theoretical-practical classes promote their application, and the supervisor guidance during the writing of the review paper further reinforce learning while promoting a thorough knowledge in the field of the thesis project.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Artigos científicos | Scientific papers

Mapa IV - Dissertação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dissertação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Dissertation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BCOMP

4.4.1.3. Duração:

Anual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

1188

4.4.1.5. Horas de contacto:

O - 297

4.4.1.6. ECTS:

44

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Irina Moreira

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Supervisores dos projetos / Project supervisors

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Objetivos:

Desenvolver:

- a) capacidade de organização, planeamento e decisão*
- b) capacidade de realizar investigação científica ou de índole tecnológica*
- c) capacidade de aplicar e interligar conhecimentos*
- d) capacidade criativa e crítica*
- c) capacidade de articular o pensamento, de o apresentar e de argumentar uma tese.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Develop:

- a) organizational, planning and decision skills*
- b) ability to carry out scientific or technological research*
- c) capacity to implement and interconnect knowledge*
- d) creative and critical ability*
- c) ability to articulate the thought, bring it out and argue a thesis.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O estudante realizará um trabalho de investigação científica na área de especialização do Mestrado em Biologia Computacional, a ser reportado num trabalho escrito (dissertação) que será defendido em provas públicas por um júri. O trabalho poderá ser realizado em ambiente académico e/ou empresarial.

4.4.5. Syllabus:

The student will perform research work on a theme of the field of the Master's specialisation that will be reported in a written text (dissertation) to be defended in public by a jury. The work can be carried out in academic and/or business environment

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

O trabalho de Dissertação é desenvolvido autonomamente pelo aluno com supervisão de um orientador especificamente nomeado, que será um professor, que se encarrega de assegurar a coerência com os objectivos do programa de trabalhos e a pertinência de cada fase para o fim em vista.

O trabalho deverá refletir a formação especializada obtida neste Mestrado e ser orientada para um tema de investigação científica ou tecnológica na área da Biologia Computacional. O trabalho deverá integrar uma abordagem/solução computacional de um problema existente em Biologia Estrutural, Biologia Celular e Molecular, Bioquímica, Fisiologia, ou em Ciências da Saúde. Será incentivado que tenha orientadores de áreas científicas diferentes (Ciências Exatas e Ciências Biológicas), ou que um dos orientadores pertença a uma empresa de biotecnologia. Pelo menos um dos orientadores deverá estar ligado à UC.

A coerência será em última instância objecto de análise pelo júri da Dissertação de Mestrado.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The work of Dissertation is developed independently by the student under the supervision of a specifically appointed supervisor, who will be a teacher who is responsible for ensuring consistency with the objectives of the work programme and the relevance of each stage in view of its goal.

The work should reflect the specialized training obtained in this Masters degree and be oriented to a scientific or technological research topic in the area of Computational Biology. In this way it should integrate a computational approach / solution to an existing problem in Structural Biology, Cellular and Molecular

Biology, Biochemistry, Physiology, or Health Sciences. It will be encouraged that each dissertation has two co-supervisors of diferente scientific areas (Exact Sciences and Biological Sciences), or that one of them belongs to a biotechnology company. At least one of the supervisors should be connected to the UC.

Coherence will ultimately be examined by the Master's dissertation jury.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O aluno estará em contacto regular com o seu orientador. Outros requisitos poderão ser definidos pelo orientador em questão, dependendo do tipo, da fase e da dificuldade dos trabalhos.

Avaliação: Trabalho de investigação (100%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The student will be in regular contact with your advisor. Other requirements may be set up by the supervisor, depending on the type, stage and difficulty of the work.

Assessment: Research work (100%)

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A tese é preparada pelo aluno com supervisão de um orientador que se encarrega de assegurar a coerência com os objetivos do programa.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The thesis is prepared by the student accompanied by a supervisor who is responsible for ensuring consistency with the objectives of the programme.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Artigos científicos e técnicos.

Outras teses e trabalhos publicados, adequados ao assunto em desenvolvimento.

Scientific and technical papers.

Other theses and published works, appropriate to the underlying subjects.

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

A UC garante o alinhamento na definição das Fichas de Unidade Curricular, de forma que os objetivos de aprendizagem, competências, métodos de ensino e avaliação sejam coerentes. O Conselho Científico analisa e valida as FUC e o Conselho Pedagógico analisa e discute estas matérias. Procurou-se ainda garantir a promoção desta adequação através da análise dos resultados dos inquéritos pedagógicos e definição de ações de melhoria, quando aplicável – estes inquéritos avaliam a perceção dos estudantes sobre os resultados da aprendizagem alcançados. Adicionalmente, ainda no âmbito dos inquéritos, os comentários dos estudantes e docentes são analisados e classificados, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de ensino e aprendizagem e sua adequação aos objetivos de aprendizagem definidos. Esta informação é utilizada pela Coordenação do C.E. e Direção da UO, para definir e implementar melhorias.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The University of Coimbra guarantees the alignment in the definition of the Curricular Unit Files, ensuring that learning objectives, skills, teaching methods and

assessment are consistent. The Scientific Council analyses and validates the FUC and the Pedagogical Council analyses and discusses these matters. It was also sought to ensure the promotion of this adequacy by analysing the results of the pedagogical surveys and defining improvement actions, when applicable - these surveys assess the students' perception of the learning outcomes achieved, and the overall average appraisal of the learning is requested. Additionally, in the scope of the surveys, the comments of the students and teachers are analysed and classified, allowing the identification of aspects to be adjusted in teaching and learning methodologies and their adequacy to the defined learning objectives. This information is used by the Coordination of the C.E. and Direction of the OU, to define and implement improvements

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

A UC procura, desde logo, garantir esta verificação através da análise dos inquéritos pedagógicos a outros ciclos de estudo com unidades curriculares análogas, sendo solicitado a estudantes e docentes que avaliem a adequação da carga de esforço exigida (ligeira, adequada, moderadamente pesada ou excessiva).

Também em termos de análise qualitativa, são analisados os comentários apresentados por alunos e professores, o que permite identificar e atuar em situações de possível inadequação da carga de esforço necessária.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

The UC seeks, first, to guarantee this verification through the application of the pedagogical inquiry, and students and teachers are asked to assess the adequacy of the required effort load (whether it was light, adequate, moderately heavy or excessive).

Also in terms of qualitative analysis, the comments submitted by students and teachers are analysed, which allows identifying and acting in situations of possible inadequacy of the necessary effort load.

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os docentes definem a avaliação de acordo com os objetivos de aprendizagem das unidades curriculares que coordenam, considerando os objetivos gerais do curso. Estes aspetos, bem como a adequação da avaliação aos objetivos encontram-se definidos na ficha da unidade curricular, que é analisada e validada pelo Conselho Científico. A verificação desta coerência é feita em reuniões com o corpo docente e discente e reuniões do Conselho Pedagógico, permitindo a identificação de aspetos a ajustar nas metodologias de avaliação e a sua adequação aos objetivos de aprendizagem definidos.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

Teachers define the assessment according to the learning objectives of the curricular units, considering the general objectives of the course. These aspects, as well as the adequacy of the evaluation to the objectives are defined in Curricular Unit Files, which is analyzed and validated by the Scientific Council. This consistency is verified in meetings with faculty and students and Pedagogical Council meetings, allowing the identification of aspects to be adjusted in the evaluation methodologies and their suitability to the defined learning objectives.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

O MBC está intimamente ligado com a investigação de excelência que tem lugar na UC, permitindo uma estreita participação dos estudantes nas atividades de investigação. Esta experiência de investigação é alcançada primeiramente através do contacto com os vários investigadores da rede Computational Biology @ UC, que desenvolvem investigação interdisciplinar e colaborativa na área, e que constituem grande parte do corpo docente do mestrado. Estes investigadores integram centros de investigação de excelência nas áreas da Biologia Celular, Matemática, Física, Informática e Química. Durante a Dissertação os estudantes irão contactar ainda mais de perto com a área de investigação científica, integrando grupos de investigação ou empresas de biotecnologia que desenvolvem atividades de investigação, e participando em projectos científicos financiados relevantes para o desenvolvimento regional, nacional e internacional.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

The MBC is closely linked with the research excellence that takes place at the UC, allowing for student participation in research activities. This research experience is primarily achieved through contact with the various researchers from the Computational Biology @ UC network, who develop interdisciplinary and collaborative research in the field, and who make up much of the master's lecturers. These researchers integrate research centres of excellence in the areas of Cellular Biology, Mathematics, Physics, Informatics and Chemistry. During the Dissertation students will get in touch with scientific research, integrating research groups or biotechnology companies that carry out research activities, and participating in funded scientific projects relevant to regional, national and

international development.

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:

Nos termos do disposto no número 1 do artigo 18o do DecretoLei n.o 74/2006 de 24 de março (alterados pelos Decretos-Leis n.os 107/2008 de 25 de junho, 230/2009 de 14 de setembro, 115/2013 de 7 de agosto, 63/2016 de 13 de setembro, e 65/2018 de 16 de agosto) “ o ciclo de estudos conducente ao grau de mestre tem 90 a 120 créditos e uma duração normal compreendida ente três a quatro semestres curriculares de trabalho dos alunos” . Tendo por base este artigo, decidiu-se que o Mestrado será em regime semestral, com a duração de 4 semestres letivos, num total de 120 ETCS. Esta escolha vai ao encontro da estrutura curricular prevista para os demais cursos de Mestrado dos Departamentos de Física, Matemática, Engenharia Informática e da generalidade dos cursos de Mestrado da FCTUC, o que permite uma otimização dos recursos materiais e humanos (corpo docente), bem como a partilha de unidades curriculares com os referidos cursos.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

Following the provisions of paragraph 1 of article 18 of DecreeLaw no. 74/2006 of March 24 (altered by the DecreeLaws 107/2008 from June 25th, 230/2009 from September 14th, 115/2013 from August 7th, 63/2016 from September 13th, and 65/2018 from August 16th) "the cycle of studies leading to the master degree has 90 to 120 credits and a normal duration comprised between three and four curricular semesters of student work ". Based on this article, it was decided that the Master program will be organised in semesters, with a duration of 4 academic semesters, with a total of 120 ETCS. This choice is in line with the curricular structure of the other Master courses at the Departments of Physics, Mathematics, Informatics Engineering and most of the Master programs of FCTUC, which allows an optimisation of the material and human resources (faculty staff), as well as the sharing of courses with those programs.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

Utilizaram-se os resultados dos inquéritos pedagógicos, levados a cabo pela Universidade de Coimbra, e a troca de impressões tida em contextos informais estabelecidos entre docentes e estudantes no âmbito de vários Mestrados da FCTUC para obter a adequação do número de ECTS das unidades curriculares. A atribuição do número de ECTS a cada unidade curricular foi baseada nas linhas de orientação estabelecidas pelo Decreto Lei nº 42/2005 e na longa experiência anteriormente adquirida com outros mestrados da Universidade de Coimbra. Assim, efetuou-se uma reflexão alargada sobre o esforço estimado para o trabalho individual do estudante, a fim de concluir com sucesso cada unidade curricular. Foi adotado o padrão 1 ECTS= 27 horas de trabalho, 30% a 50% do qual corresponde a horas de contacto. A percentagem das horas totais de trabalho que corresponde a horas de contacto depende da área científica, existência e tipo de aulas práticas e do nível de formação da unidade curricular.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

The results of the pedagogical surveys, carried out by the University of Coimbra, and the informal contacts established between teachers and students in the scope of several FCTUC Master Programs were used to obtain the appropriate ECTS credits of each course. The number of ECTS of each course was based on the guidelines established by Decree-Law no. 42/2005 and the long experience previously acquired other Master degrees of the University of Coimbra. Thus, a broad reflection was made on the estimated effort for individual student work needed to successfully complete each curricular unit. The conversion between working hours and ECTS is 1 ECTS = 27 working hours, 30% to 50% of them corresponding to contact hours. The percentage of total hours of work corresponding to contact hours depends on the scientific area, the existence and type of practical classes and the curricular unit difficulty level.

4.7. Observações

4.7. Observações:

O MBC, envolvendo 5 departamentos da FCTUC, tem intrinsecamente um carácter interdisciplinar. Consequentemente irá atrair alunos com diferentes formações

de base: desde biólogos, bioquímicos, até físicos e matemáticos. O MBC está desenhado de modo ao primeiro semestre dar uma introdução à área de Biologia Computacional adequada ao respectivo perfil do aluno. Cabe ao coordenador autorizar ou não as opções escolhidas pelos alunos (que no primeiro semestre correspondem a 12 ECTS), de modo a garantir um percurso coerente e adaptado ao perfil do aluno. Deste modo, existem unidades curriculares opcionais do primeiro semestre que foram cuidadosamente escolhidas para providenciar os conhecimentos complementares em função da formação prévia prevista para estes alunos. Em particular, as unidades curriculares opcionais de Bioquímica e de Biologia Molecular e Celular serão designadas aos alunos que possuem uma formação prévia em ciências exatas, de modo a complementar a sua formação. Do mesmo modo, os alunos com formação em ciências biológicas ou da saúde assistirão às unidades curriculares de Complementos de Análise Matemática e de Métodos Computacionais em Biologia. No caso de exceção de alunos que já possuam uma formação de base que inclua as duas vertentes (por exemplos alunos com os 3 primeiros anos de Engenharia Biomédica), estes assistirão no primeiro semestre a unidades curriculares escolhidas do vasto leque opções do curso de modo a melhor aprofundar a sua formação interdisciplinar. Para obtenção do grau de Mestre em Biologia Computacional (MBC) é necessário completar 120 ECTS, incluindo a realização de uma dissertação original, resultado de um trabalho de investigação. A dissertação (que poderá ser em ambiente empresarial) deverá refletir a formação especializada obtida neste Mestrado e ser orientada para um tema de investigação científica ou tecnológica na área da Biologia Computacional. No caso da dissertação em ambiente empresarial, o trabalho desenvolvido, com enquadramento nas áreas de investigação de uma empresa, incide na recolha de dados relevantes para o trabalho de investigação. A tese do mestrado deverá integrar uma abordagem/solução computacional de um problema existente em Biologia Estrutural, Biologia Celular e Molecular, Bioquímica, Fisiologia, ou em Ciências da Saúde. Será incentivado que cada dissertação tenha orientadores de áreas científicas diferentes (Ciências Exatas e Ciências Biológicas), ou que um dos orientadores pertença a uma empresa de biotecnologia. Pelo menos um dos orientadores deverá estar ligado à Universidade de Coimbra.

4.7. Observations:

The MBC, involving 5 departments of the FCTUC, has intrinsically an interdisciplinary character. Consequently it will attract students with different backgrounds: biologists, biochemists, physicists and mathematicians, for example. The MBC is designed so as to give the first semester an introduction to the area of Computational Biology appropriate to the respective student background. It is up to the coordinator to authorise or not the options chosen by the students (which in the first semester correspond to 12 ECTS), in order to guarantee a coherent course adapted to the student's profile. In this way, there are optional curricular units of the first semester that have been carefully chosen to complement the student's knowledge according to the previous training provided for these students. In particular, optional curricular units of Biochemistry and Cellular and Molecular Biology will be assigned to students who have previous training in exact sciences in order to complemente their previous training. Likewise, students with a background in biological or health sciences will attend curricular units of Complements of Mathematical Analysis and Computational Methods in Biology. In the case of an exception of students who already have a basic training that includes the two strands (for example students with the first 3 years of Biomedical Engineering), they will attend in the first semester selected curricular units of the wide range of optional UCs provided in order to better deepen their interdisciplinary training. To obtain a Master's degree in Computational Biology (MBC) it is necessary to complete 120 ECTS, including the completion of an original dissertation, the result of a research work. The dissertation (which may be in a business environment) should reflect the specialised training obtained in this Masters degree and be oriented to a scientific or technological research topic in the area of Computational Biology. In the case of the dissertation in business environment, the work developed, framed in the research areas of a company, focuses on the collection of data relevant to the research thesis. The master thesis should integrate a computational approach / solution to an existing problem in Structural Biology, Cellular and Molecular Biology, Biochemistry, Physiology, or Health Sciences. It will be encouraged that each dissertation has two co-supervisors of different scientific areas (Exact Sciences and Biological Sciences), or that one of them belongs to a biotechnology company. At least one of the supervisors must be connected to the University of Coimbra.

5. Corpo Docente

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

Carlos Jorge Alves Miranda Bandeira Duarte

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

| Nome / Name | Categoria / Category | Grau / Degree | Especialista / Specialist | Área científica / Scientific Area | Regime de tempo / Employment regime | Informação/ Information |
|--|--------------------------------------|---------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|
| Irina de Sousa Moreira | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Química / Chemistry | 100 | Ficha submetida |
| Rui Davide Martins Travasso | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Física | 100 | Ficha submetida |
| Maria da Conceição Venâncio Egas | Investigador | Doutor | | Bioquímica | 100 | Ficha submetida |
| Joana Vanessa Cordeiro Melro Mourão | Investigador | Doutor | | Ciências Farmacêuticas - Especialidade de Microbiologia | 100 | Ficha submetida |
| Ana Sofia Bregieiro Eulálio | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Biochemistry | 100 | Ficha submetida |
| Armindo José Alves da Silva Salvador | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Bioquímica Teórica | 100 | Ficha submetida |
| Rui Manuel Pontes Meireles Ferreira de Brito | Professor Associado ou equivalente | Doutor | | Bioquímica | 100 | Ficha submetida |
| Paulo Eduardo Martins de Castro Neves de Abreu | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Química Teórica | 100 | Ficha submetida |
| Maria Ermelinda da Silva Eusébio | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Termodinâmica Química | 100 | Ficha submetida |
| Luís Guilherme Arnaut Moreira | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | | Fotoquímica | 100 | Ficha submetida |
| Jorge Manuel Campos Marques | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Química Teórica | 100 | Ficha submetida |
| Alberto António Caria Canelas Pais | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | | Química | 100 | Ficha submetida |
| Pedro Almeida Vieira Alberto | Professor Associado ou equivalente | Doutor | | Física | 100 | Ficha submetida |
| Maria Paula Martins Serra de Oliveira | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | | Matemática Aplicada | 100 | Ficha submetida |
| Carlos Frederico de Gusmao Campos Geraldes | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | | Química (especialidade Química Inorgânica) | 100 | Ficha submetida |
| Ana Luísa Monteiro Carvalho | Professor Associado ou equivalente | Doutor | | Bioquímica | 100 | Ficha submetida |
| Ana Margarida Malaquias Pires Urbano | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Bioquímica | 100 | Ficha submetida |
| António Joaquim de Matos Moreno | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Título de especialista (DL 206/2009) | Bioquímica | 100 | Ficha submetida |
| Carlos Jorge Alves Miranda Bandeira Duarte | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | Título de especialista (DL 206/2009) | Biologia | 100 | Ficha submetida |
| Carlos Manuel Marques Palmeira | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | | Bioquímica | 100 | Ficha submetida |
| Emília da Conceição Pedrosa Duarte | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | | Ciências, especialidade em Bioquímica | 100 | Ficha submetida |

| | | | | | |
|--|---|--------|---|-----|---------------------------------|
| João Miguel Peça Lima Novo Silvestre | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Biologia, Biologia Celular | 100 | Ficha submetida |
| João Ramalho de Sousa Santos | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | Biologia Celular | 100 | Ficha submetida |
| Maria Carmen Martins de Carvalho Alpoim | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Química Orgânica | 100 | Ficha submetida |
| Maria Paula Matos Marques Catarro | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Química | 100 | Ficha submetida |
| Paula Cristina Veríssimo Pires | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Bioquímica, especialidade Enzimologia | 100 | Ficha submetida |
| Adérito Luís Martins Araújo | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Applied Mathematics | 100 | Ficha submetida |
| Cristina Maria Tavares Martins | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Matemática Aplicada | 100 | Ficha submetida |
| Ana Cristina Martins Rosa | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Matemática (Probabilidades e Estatística) | 100 | Ficha submetida |
| Ercília Cristina da Costa e Sousa | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Matemática | 100 | Ficha submetida |
| Gonçalo Nuno Travassos Borges Alves da Pena | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Matemática | 100 | Ficha submetida |
| João Luís Cardoso Soares | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Matemática Aplicada | 100 | Ficha submetida |
| José Augusto Mendes Ferreira | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | Matemática | 100 | Ficha submetida |
| José Carlos de Gouveia Teixeira | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Computação Gráfica | 100 | Ficha submetida |
| José Luis Esteves dos Santos | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Matemática | 100 | Ficha submetida |
| Luís Filipe de Castro Nunes Vicente | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | Applied and Computational Mathematics | 100 | Ficha submetida |
| Maria da Graça Santos Temido Neves Mendes | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Matemática | 100 | Ficha submetida |
| Maria de Nazaré Simões Quadros Mendes Lopes | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | Matemática | 100 | Ficha submetida |
| Maria Esmeralda Elvas Gonçalves | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Matemática | 100 | Ficha submetida |
| Marta Margarida Braz Pascoal | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Matemática Aplicada | 100 | Ficha submetida |
| Paulo Eduardo Aragão Aleixo e Neves de Oliveira | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | Matemática | 100 | Ficha submetida |
| Pedro Henrique e Figueiredo Quaresma de Almeida | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Fundamentos da Computação | 100 | Ficha submetida |
| Sílvia Alexandra Alves Barbeiro | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Matemática, Matemática Aplicada | 100 | Ficha submetida |
| Carlos Manuel Rebelo Tenreiro da Cruz | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Matemática Aplicada | 100 | Ficha submetida |
| Paulo Fernando Martins dos Santos | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Biologia Celular | 80 | Ficha submetida |

| | | | | | |
|---|--|--------|--|-------------|---------------------------------|
| Rui de Albuquerque Carvalho | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Bioquímica/Biofísica Molecular | 100 | Ficha submetida |
| João Carlos Lopes Carvalho | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Física | 100 | Ficha submetida |
| Joel Perdiz Arrais | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Informática | 100 | Ficha submetida |
| Bernardete Martins Ribeiro | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | Engenharia Electrotécnica, Especialidade de Informática | 100 | Ficha submetida |
| Luís Miguel Machado Lopes Macedo | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Engenharia Informática | 100 | Ficha submetida |
| Fernando Amílcar Bandeira Cardoso | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | Ciências da Engenharia, especialidade em Engenharia Informática | 100 | Ficha submetida |
| António Dourado Pereira Correia | Professor Catedrático convidado ou equivalente | Doutor | "Original: Automatique (França) Equivalência: Engenharia Electrotécnica - Instrumentação e Controlo" | 100 | Ficha submetida |
| Ernesto Jorge Fernandes Costa | Professor Catedrático ou equivalente | Doutor | Engenharia Informática | 100 | Ficha submetida |
| Paulo Fernando Pereira de Carvalho | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Engenharia Informática | 100 | Ficha submetida |
| Jorge Manuel Oliveira Henriques | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Engenharia Informática | 100 | Ficha submetida |
| Luís Filipe dos Santos Coelho Paquete | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Informática | 100 | Ficha submetida |
| Carlos Manuel Mira da Fonseca | Professor Associado ou equivalente | Doutor | Automatic Control and Systems Engineering | 100 | Ficha submetida |
| Jose Basílio Portas Salgado Simoes | Professor Associado convidado ou equivalente | Doutor | Física Tecnológica | 15 | Ficha submetida |
| Fernando José Barros Rodrigues da Silva | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Engenharia Electrotécnica | 100 | Ficha submetida |
| Nuno António Marques Lourenço | Professor Auxiliar ou equivalente | Doutor | Ciências e Tecnologias da Informação | 100 | Ficha submetida |
| | | | | 5895 | |

<sem resposta>

5.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

5.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

5.4.1.1. Número total de docentes.

60

5.4.1.2. Número total de ETI.

58.95

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral**5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.***

| Corpo docente próprio / Full time teaching staff | Nº / No. | Percentagem / Percentage |
|---|-----------------|---------------------------------|
| Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution: | 56 | 94.995759117897 |

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor**5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD***

| Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff | ETI / FTE | Percentagem / Percentage |
|---|------------------|---------------------------------|
| Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE): | 58.95 | 100 |

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado**5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.**

| Corpo docente especializado / Specialized teaching staff | ETI / FTE | Percentagem* / Percentage* |
|--|------------------|-----------------------------------|
| Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme | 45.8 | 77.692960135708 |
| Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme | 0 | 0 |

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.**5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff**

| Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics | ETI / FTE | Percentagem* / Percentage* |
|--|------------------|-----------------------------------|
| Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years | 55 | 93.299406276506 |
| Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year | 0 | 0 |

Pergunta 5.5. e 5.6.

5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

O procedimento de avaliação dos docentes da UC tem por base o disposto no “Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade de Coimbra”. A avaliação do desempenho dos docentes da UC é efetuada relativamente a períodos de três anos e tem em consideração quatro vertentes: investigação; docência; transferência e valorização do conhecimento; gestão universitária e outras tarefas.

O processo de avaliação compreende cinco fases (autoavaliação, validação, avaliação, audiência, homologação). O resultado final da avaliação de cada docente é expresso numa escala de quatro posições: excelente, muito bom, bom e não relevante. Antes de cada novo ciclo de avaliação, cada UO define, para as suas áreas disciplinares, o conjunto de parâmetros que determinam os novos objetivos do desempenho dos docentes e cada uma das suas vertentes, garantindo, assim, permanente atualização do processo.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The academic staff performance evaluation procedures of the University of Coimbra (UC) are set in the “Regulation of Teachers’ Performance Evaluation of UC”. The academic staff’s performance evaluation at UC is made on a three years’ basis and takes into account four dimensions: investigation, teaching, knowledge transfer, university management and other tasks.

The evaluation procedures have five stages (self-evaluation, validation, evaluation, audience, and homologation). The final evaluation of each academic staff member is expressed in a four points scale: excellent, very good, good and not relevant.

Before each new evaluation cycle each OU identifies, for the subject areas, a set of parameters that define the new goals of academic staff’s performance and its components, thus ensuring the continuous updating of the process.

5.6. Observações:

O corpo docente do MBC é constituído por elementos com extensa experiência tanto no ensino como na investigação, com formações em diferentes áreas complementares: Biologia, Bioquímica, Computação, Matemática, Química e Física. Para além disto, os docentes das UCs obrigatórias possuem uma trajetória de excelência em investigação de tópicos de Biologia Computacional nas suas várias vertentes. Esta diversidade de perfis, alicerçada num próximo contacto com especialistas em Biologia Computacional, irá permitir ao aluno interagir com diferentes maneiras de estudar sistemas biológicos, levando ao desenvolvimento de um próprio perfil interdisciplinar. A experiência de ensino do corpo docente irá também permitir ao aluno desenvolver aptidões de carácter instrumental (recolha de informação de diversas fontes, capacidade de análise e de síntese, resolução de problemas, tomada de decisão), interpessoal (capacidade de comunicar de forma oral e escrita num ambiente fortemente multidisciplinar, respeito pela diversidade, elevado sentido de ética profissional, capacidade de trabalho em grupo, espírito crítico) e sistémico (adaptação a situações novas, autonomia e responsabilidade, espírito de iniciativa, reconhecimento das limitações e capacidades) na área da biologia computacional. Estas capacidades serão essenciais ao aluno durante a sua carreira profissional.

Os docentes associados ao MBC organizam a Escola de Verão de Biologia Computacional. <https://www.uc.pt/en/iii/initiatives/cbuc/CBSS5>

A vasta maioria das atividades associadas ao DCV são realizadas em colaboração com equipas e investigadores nacionais e/ou internacionais. A Cátedra UNESCO de Salvaguarda da Biodiversidade para o Desenvolvimento Sustentável é fundamental para sustentar o trabalho que está sendo feito com os países africanos de língua portuguesa. O DF organiza a Escola de Excelência de Física – QUARK! única em Portugal, dirigida a estudantes do secundário excepcionais de todo o país. Organiza também, periodicamente, as Olimpíadas de Física regionais e nacionais e, anualmente, uma escola de verão de Física. O DM participa ativamente em atividades de incentivo e promoção da matemática junto da comunidade. Salientam-se os projetos Delfos - Escola de Matemática para jovens e Canguru Matemático sem Fronteiras. Para além destes dois projetos, o DM tem colaborado com a Sociedade Portuguesa de Matemática (SPM) na organização das Olimpíadas Portuguesas de Matemática, nomeadamente através da elaboração das provas desta competição. Os docentes do MBC organizam estágios Ciência Viva e cursos da Universidade de Verão da UC, para alunos do ensino secundário, colaboram com o Museu da Ciência da UC e Centros de Ciência Viva de Coimbra, Exploratório Infante D. Henrique e Rómulo, assim como centros de outras locais do país, realizam palestras e oficinas de trabalho em escolas básicas e secundárias, recebem visitas de escolas e são consultores de manuais escolares.

5.6. Observations:

The MBC faculty consists of members with extensive experience in both teaching and research, with backgrounds in different complementary areas: Biology,

Biochemistry, Computing, Mathematics, Chemistry and Physics. In addition, the teachers of compulsory UCs have a path of excellence in researching Computational Biology topics. This diversity of profiles, based on close contact with specialists in computational biology, will allow students to interact with different ways of studying biological systems, leading to the development of their own interdisciplinary profile. The teaching experience of the faculty will also enable the student to develop instrumental skills (gathering information from various sources, ability to analyse and synthesise, problem solving, decision making), interpersonal (ability to communicate orally and written in a strongly multidisciplinary environment, respect for diversity, high sense of professional ethics, ability to work in group, critical thinking) and systemic (adaptation to new situations, autonomy and responsibility, initiative, recognition of limitations and abilities) in the area of computational biology. These skills will be essential to the student during his/her professional career.

The MBC faculty organize the Summer School of Computational Biology.

<https://www.uc.pt/en/iii/initiatives/cbuc/CBSS5>

The vast majority of DCV-related activities are carried out in collaboration with national and / or international teams and researchers. Moreover, the UNESCO Biodiversity Safeguard Chair for Sustainable Development is critical to sustaining the work being done with Portuguese-speaking African countries. The DF organizes the Physics Excellence School - QUARK! It is the only one in Portugal, aimed at students of exceptional level from all over the country, aged between 16 and 18 years old, promoting distance learning and regular classroom classes. It also organizes, periodically, the regional and national Olympiads of Physics and, annually, a summer school of Physics. DM actively participates in community promotion and promotion of mathematics. We highlight the projects Delfos - School of Mathematics for young people and the Mathematical Kangaroo without Borders. In addition to these two projects, the DM has collaborated with the Portuguese Mathematical Society (SPM) in organising the Portuguese Mathematical Olympiads, namely through the preparation of the tests of this competition. MBC faculty organize Live Science internships and UC Summer University courses for high school students, collaborate with UC Science Museum and Coimbra Living Science Centres, Infante D. Henrique and Rómulo Exploratory, as well as centres from elsewhere in the country, they give lectures and workshops in elementary and secondary schools, receive school visits and are consultants in textbooks.

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à leção do ciclo de estudos.

O pessoal não docente do Departamento de Ciências da Vida da Universidade de Coimbra (o departamento responsável pela coordenação do MBC), com contratos por tempo indeterminado, está distribuído por várias áreas de apoio à leção: serviços de Secretariado (3), Recursos Letivos (3), Biblioteca (4), Recursos Informáticos (1). A dedicação do pessoal não docente à gestão académica dos vários cursos do Departamento de Ciências da Vida é partilhada pelos vários ciclos de estudos, sendo feita de acordo com as necessidades de cada um deles. O Departamento de Ciências da Vida beneficia ainda de serviços de limpeza diária a cargo de uma empresa de limpeza contratada pela Universidade de Coimbra.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

The administrative staff of the Life Sciences Department of the University of Coimbra (the department responsible for the MBC coordination) working in full time, spreads its activity over several areas in support of the teaching activities: Secretariat services (3), Academic resources (3), Library services (4), IT Resources (1). The dedication of non-teaching staff to the academic management of the various courses of the Life Sciences Department is shared by the various study cycles, being made according to the needs of each one of them. The Department of Life Sciences also benefits from daily cleaning services by a cleaning company contracted by the University of Coimbra.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à leção do ciclo de estudos.

O pessoal não docente do Departamento de Ciências da Vida da Universidade de Coimbra, identificado no ponto anterior, inclui 4 técnicos superiores administrativos (licenciados e/ou com grau de mestre), 4 assistentes técnicos (com o décimo segundo ano), e 3 assistentes operacionais (com o nono ano de escolaridade).

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

The administrative staff of the University of Coimbra's Department of Life Sciences, identified in the previous section, includes 4 technical chief administratives

(licenciados and / or master's degree), 4 technical assistants (with the twelfth grade), and 3 operational assistants (with the ninth grade).

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação do desempenho do pessoal não docente é realizada através do Sistema integrado de gestão e avaliação do desempenho na Administração Pública - SIADAP, estabelecido pela Lei n. 66-B/2007, de 28/12. O processo de avaliação do desempenho dos trabalhadores considera não apenas as funções do trabalhador, mas também o seu desenvolvimento profissional. A diferenciação dos desempenhos é garantida pela fixação de percentagens máximas para os níveis de avaliação mais elevados. Uma plataforma informática, concebida para o efeito, tem permitido gerir o processo facilitando a articulação integrada das atuações de todos os intervenientes.

O levantamento das necessidades de formação não docente é realizado a partir de inquéritos sobre necessidades de formação em sede de avaliação do desempenho. O plano de formação congrega áreas muito diversas, como Gestão de Recursos Humanos, Gestão para a Qualidade, Atendimento e Comportamento Profissional, TICs ou Higiene e Segurança no Trabalho.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

Performance Assessment of non-teaching staff is carried out through the Sistema integrado de gestão e avaliação do desempenho na Administração Pública - SIADAP, established by Law no. 66-B / 2007, of 12/28. The process of worker performance appraisal considers not only the employee's duties but also his or her professional development. Performance differentiation is ensured by setting maximum percentages for the highest assessment levels. A computer platform designed for this purpose has made possible to manage this process by facilitating the integrated articulation of the actions of all stakeholders.

The identification of non-teaching training needs is based on surveys of performance assessment. The training plan is focused on diverse areas, such as Human Resources Management, Quality Management, Care and Professional Behaviour, Communication and Information Technologies or Occupational Hygiene and Safety.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

A lecionação das aulas teóricas e teórico-práticas decorrerão em salas de aula dotadas de modernos recursos multimédia.

As aulas de índole computacionais serão lecionadas em laboratórios computacionais modernos que estão localizadas nos departamentos de Física, Engenharia Informática e Matemática.

As aulas laboratoriais serão lecionadas em laboratórios equipados para o efeito no DCV.

Os alunos terão acesso livre às Tecnologias de Informação (incluindo à Biblioteca do Conhecimento Online - b-on) e às excelentes bibliotecas dos departamentos associados ao MBC.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

The lectures of theoretical and theoretical-practical classes will take place in classrooms equipped with modern multimedia resources.

The computational classes will be taught in modern computer labs that are located in the departments of Physics, Computer Engineering and Mathematics.

The laboratory classes will be taught in laboratories equipped for this purpose in the Life Sciences Department.

Students will have free access to Information Technologies (including the Biblioteca do Conhecimento Online - b-on) and to the excellent libraries of the departments associated with MBC.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Os alunos terão acesso a salas de computação equipadas com "workstations" modernas (em número suficiente para uma utilização individual) e a software

especializado da área da biologia computacional que permitirão uma aprendizagem de qualidade, prática e individual. Os laboratórios estão devidamente equipados para a lecionação de aulas laboratoriais de biologia celular, contendo, entre outro equipamento, agitadores (de tubos, vaivém magnéticos, orbitais, etc); aparelhos de água desionizada, ultrapura, destilada e bidestilada; aparelhos de pH; balanças; banhos de incubação; bomba calorimétrica; câmara de anaerobiose; câmaras de culturas; câmara de Fluxo laminar; câmara para incubação de anticorpos para imunocitoquímica; centrífugas; computadores fixos e portáteis; oxímetros portáteis; espectrofotómetros (vários tipos); frigoríficos e combinados; ultracongeladores; câmara frigorífica; arcas congeladoras; microscópios electrónicos (transmissão e de varrimento); microscópios ópticos.

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

The students will have access to computation rooms equipped with modern workstations (in sufficient number for individual use) and with specialised software for the computational biology field, allowing an individual and practical learning experience. The laboratories are well equipped for cellular and molecular biology laboratory classes, including vortex-mixers, magnetic stirrers, mixer shakers; water purification systems; pH meters; scales; incubator baths; vacuum pumps; incubator chamber for antibodies; centrifuges; oxygen compressors; computers; spectrophotometers; CO2 incubators; microplate readers; freeze-dryer; electronic microscopes (transmission and scanning); Fluorescence Trinocular; stereoscopic microscopes; electrophoresis systems; mini-tans blotting module.

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

8.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

| Centro de Investigação / Research Centre | Classificação (FCT) / Classification FCT | IES / HEI | N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated | Observações / Observations |
|---|--|-------------------------|--|----------------------------|
| Centro de Neurociências e Biologia Celular (CNC, CIBB) | Muito Bom / Very Good | Universidade de Coimbra | 13 | |
| Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra (CISUC) | Excelente / Exellent | Universidade de Coimbra | 15 | |
| Centro de Matemática da Universidade de Coimbra (CMUC) | Excelente / Exellent | Universidade de Coimbra | 15 | |
| Centro de Química da Universidade de Coimbra (CQC) | Excelente / Exellent | Universidade de Coimbra | 7 | |
| Centro de Física da Universidade de Coimbra | Muito Bom / Very Good | Universidade de Coimbra | 3 | |

Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/48a4167e-dcf7-bdd5-c61f-5d9bd5ff24fe>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/48a4167e-dcf7-bdd5-c61f-5d9bd5ff24fe>

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

Projetos e parcerias atualmente em curso no âmbito da Biologia Computacional:

Rede Computational Biology @ UC

PRACE - Partnership for Advanced Computing in Europe (rede Europeia de supercomputação; a Universidade de Coimbra é a única instituição portuguesa a participar no PRACE e o coordenador da participação Portuguesa é docente do MBC)

COST CA15214, “EuroCellNet – An integrative action for multidisciplinary studies on cellular structural networks”

COST CA17139, “EUTOPIA – European Topology Interdisciplinary Action”

CENTRO-01-0145-FEDER-029266, “D4 - Deep Drug Discovery and Deployment”

POCI-01-0145-FEDER-031743, “Modelling Angiogenesis in Type-2 Diabetes Mellitus – integrating experimental and theoretical approaches”

POCI-01-0145-FEDER-031356, “Deep learning in cancer drug discovery: a pipeline for the generation of new therapies”

PTDC/QUI-OUT/32243/2017, “Membrane proteins – development of new computational approaches and its application to G-Protein Coupled Receptors”

PTDC/DTP-FTO/2784/2014, “Unraveling the Rules of Passive Permeation Through the Blood-Brain Barrier”

PRACE 2017174234, “Conformational dynamics, assembly and inhibition of GPCR oligomers”

Surfsara NWO16425, “Structural and dynamic understanding of the ghrelin receptor function on memory and learning: a computational perspective”

8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.

Ongoing projects and partnerships in the scope of Computational Biology:

Computational Biology @ UC Network

PRACE - Partnership for Advanced Computing in Europe (European supercomputing network; the University of Coimbra is the only Portuguese institution to participate in PRACE and the Portuguese participation coordinator is MBC lecturer)

COST CA15214, “EuroCellNet – An integrative action for multidisciplinary studies on cellular structural networks”

COST CA17139, “EUTOPIA – European Topology Interdisciplinary Action”

CENTRO-01-0145-FEDER-029266, “D4 - Deep Drug Discovery and Deployment”

POCI-01-0145-FEDER-031743, “Modelling Angiogenesis in Type-2 Diabetes Mellitus – integrating experimental and theoretical approaches”

POCI-01-0145-FEDER-031356, “Deep learning in cancer drug discovery: a pipeline for the generation of new therapies”

PTDC/QUI-OUT/32243/2017, “Membrane proteins – development of new computational approaches and its application to G-Protein Coupled Receptors”

PTDC/DTP-FTO/2784/2014, “Unraveling the Rules of Passive Permeation Through the Blood-Brain Barrier”

PRACE 2017174234, “Conformational dynamics, assembly and inhibition of GPCR oligomers”

Surfsara NWO16425, “Structural and dynamic understanding of the ghrelin receptor function on memory and learning: a computational perspective”

9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

Há uma premente necessidade de profissionais que dominem a aplicação de ferramentas computacionais no contexto de modelação de sistemas e análise de dados biológicos e biomoleculares. Em particular, a quantidade e complexidade dos dados gerados pela investigação dos sistemas biológicos, tem aumentando a procura de profissionais em Biologia Computacional, tanto em investigação fundamental como em biomedicina e biotecnologia. A falta desses recursos humanos é já reconhecida como fator limitante do desenvolvimento científico e tecnológico a nível local. É de esperar que, tirando partido do ecossistema local, nomeadamente, a grande concentração de centros de investigação e empresas nas áreas de biomedicina e biotecnologia (algumas das quais com modelos de negócio centrados na Biologia Computacional) no eixo Coimbra-Cantanhede, os alunos formados pelo MBC possam vir a promover a geração de ideias inovadoras na criação de startups na área da biologia quantitativa e da biotecnologia.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

There is a pressing need for professionals to master the application of computational tools in a context of systems modelling and analysis of biological and biomolecular data. In particular, the increasing amount and complexity of the data generated by biological systems research has been increasing the demand for professionals in Computational Biology in fundamental research as well as biomedicine and biotechnology. The lack of such human resources is already recognised as a limiting factor in local scientific and technological development. It is expected that, taking advantage of the local ecosystem, namely the great concentration of research centres and companies in the areas of biomedicine and biotechnology (some of which with business models focused on Computational Biology) in the Coimbra-Cantanhede axis, by MBC may promote the generation of innovative ideas in the creation of startups in the area of quantitative biology and biotechnology.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Com base no registo dos ciclos de estudos das áreas de Bioinformática e Biologia Computacional existentes em Portugal, é de esperar que este curso venha a ter uma procura muito significativa e que a totalidade das vagas seja preenchida. Este mestrado auferirá uma formação muito abrangente em Biologia Computacional, o que é um factor diferenciador relativamente a cursos noutras Universidades nacionais. A existência de uma rede organizada de investigação em Biologia Computacional, que coordena a lecionação anual de uma escola de verão em Biologia Computacional de elevado perfil internacional, é o resultado de uma experiência na divulgação do trabalho realizado na UC nesta área. Deste modo, a elevada qualidade do MBC, assim como a experiência da equipa na divulgação de iniciativas em Biologia Computacional, garante a capacidade de atrair estudantes nacionais e estrangeiros. Para atingir este objetivo, a sua divulgação vai ser feita em portais de oferta formativa nacionais e internacionais.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

Based on the list of the study cycles of the areas of Bioinformatics and Computational Biology existing in Portugal, it is expected that this course will have a very significant demand and that all the vacancies will be filled. This master's degree presents a wide perspective in regards the training in Computational Biology, which is a differentiating factor compared to courses in other national universities. The existence of research network in Computational Biology, which coordinates the annual teaching of a summer school in Computational Biology with a high international profile, is the result of an experience in the dissemination of the work carried out in the UC in this area. In this way, the high quality of MBC, as well as the team's experience in disseminating initiatives in Computational Biology, guarantees the ability to attract students at home and abroad. To reach this objective, its dissemination will be done in portals of national and international training offer.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Não existem instituições na região com ciclos de estudos similares.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

There are no institutions in the region with similar study programmes.

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

Alguns dos mestrados mais prestigiosos no espaço europeu são:

=> Mestrado em Biologia Computacional e Bioinformática, ETH Zurique, Suíça:

(<https://www.ethz.ch/en/studies/prospective-masters-degree-students/masters-degree-programmes/engineering-sciences/master-computational-biology-e-bioinformatics.html>);

=> Mestrado em Bioinformática pela Universidade de Edimburgo, Escócia:

(<https://www.ed.ac.uk/biology/postgraduate/taught-programmes/bioinformatics>);

=> Mestrado em Bioinformática pela Universidade de Copenhague, Dinamarca:

(<https://studies.ku.dk/masters/bioinformatics/>);

=> Mestrado em Bioinformática e Biologia de Sistemas Teóricos, Imperial College London, Inglaterra

(<http://www.imperial.ac.uk/study/pg/life-sciences/bioinformatics/>).

O programa de mestrado apresentado aqui segue uma estrutura curricular muito semelhante às listadas acima e compartilha os objetivos comuns.

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Some prestigious master programs in the European area are:

=> Master's degree in Computational Biology and Bioinformatics, ETH Zurich, Switzerland:

(<https://www.ethz.ch/en/studies/prospective-masters-degree-students/masters-degree-programmes/engineering-sciences/master-computational-biology-and-bioinformatics.html>)

=> Master's degree in Bioinformatics, The university of Edinburgh, Scotland:

(<https://www.ed.ac.uk/biology/postgraduate/taught-programmes/bioinformatics>).

=> Master's degree in Bioinformatics, University of Copenhagen, Denmark:

(<https://studies.ku.dk/masters/bioinformatics/>).

=> Master's degree in Bioinformatics and Theoretical Systems Biology, Imperial College London, England:

(<http://www.imperial.ac.uk/study/pg/life-sciences/bioinformatics/>).

The master program presented in this document follows a very similar curricular structure to the ones listed above and share common goals

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Tanto a estrutura, como os objetivos deste mestrado, são comparáveis aos cursos de referência identificados acima. De acordo com os prestigiosos mestrados europeus do ponto 10.1, este mestrado providencia uma formação interdisciplinar com UCs de nívelação para estudantes com diferentes perfis de conhecimento, UCs fundamentais numa ampla variedade de disciplinas, como matemática, ciência da computação, física, química e biologia, e UCs de especialização em áreas de interesse. O segundo ano, de acordo com as práticas bem estabelecidas no restante continente europeu, permite aos alunos realizar pesquisas mais especializadas num ambiente académico ou tecnológico. Este curso de mestrado lançará carreiras profissionais em indústrias farmacêuticas e de biotecnologia e/ou reforçará a preparação dos estudantes bem como a sua competitividade para a frequência de um programa de doutoramento em Biologia

Computacional em Portugal ou no estrangeiro.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area: *Both the structure and the objectives of this master's degree are comparable to the reference courses identified above. According to the curricula of the prestigious European masters mentioned in section 10.1, this master's program provides an interdisciplinary training consisting of levelling courses for students with different undergraduate profiles, fundamental courses in a wide variety of disciplines, such as mathematics, computer science, physics, chemistry and biology, and specialisation courses in areas of interest. The second year will allow students to undertake more specialised research in an academic or technological environment, following good practices well established in Europe. This master's degree course will launch professional careers in the pharmaceutical and biotechnology industries and/or reinforce the students' preparation as well as their competitiveness for the frequency of a doctoral program in Computational Biology in Portugal or abroad.*

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:
<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):
<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).
<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:
<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:
<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

| Nome / Name | Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution | Categoria Profissional / Professional Title | Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1) | Nº de anos de serviço / Nº of working years |
|----------------|--|--|--|--|
|----------------|--|--|--|--|

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- => *Corpo docente fortemente multidisciplinar, de elevado mérito, com excelente registo de investigação, e possibilitando uma perspectiva muito abrangente sobre a Biologia Computacional.*
- => *Excelentes recursos computacionais para actividades de Biologia Computacional.*
- => *Ligação a instituições de investigação de excelência (CISUC, CIBB, CMUC, CQC, CFisUC) com produção relevante em Biologia Computacional, bem como a um parque de biotecnologia (Biocant Park) e empresas com foco em Biologia Computacional.*
- => *Existência de uma rede organizada de investigação em Biologia Computacional, que se coordena, entre outras actividades, na leção anual de uma escola de verão em Biologia Computacional de elevado perfil internacional.*
- => *Os departamentos envolvidos são responsáveis pela coordenação de prestigiados cursos em áreas conexas com a Biologia Computacional.*

12.1. Strengths:

- => *Strongly multidisciplinary teaching staff, with high merit and excellent research record, able to provide a very comprehensive perspective on Computational Biology.*
- => *Excellent computational resources for Computational Biology activities.*
- => *Links to excellent research institutions (CISUC, CIBB, CMUC, CQC, CFisUC) with relevant production in Computational Biology, as well as to a biotechnology park (Biocant Park) and companies with a focus on Computational Biology.*
- => *Existence of an organized Computational Biology research network (Computational Biology@UC), which among other activities organizes an annual Summer School in Computational Biology of high international profile.*
- => *The departments involved are responsible for coordinating prestigious courses in areas related to Computational Biology.*

12.2. Pontos fracos:

=> A investigação em Biologia quantitativa experimental na Universidade de Coimbra está ainda pouco desenvolvida, o que ainda limita as sinergias com a Biologia Computacional.

12.2. Weaknesses:

=> Experimental research in quantitative Biology remains under-developed at UC, which still limits the synergies with Computational Biology.

12.3. Oportunidades:

=> A escassez de recursos humanos em Biologia Computacional é amplamente reconhecida como um factor limitante das actividades de grupos de investigação e empresas de base biotecnológica e biomédica a nível regional e nacional.

=> Aumento previsível da empregabilidade local devido ao surgimento de empresas em a Biologia Computacional desempenha um papel fulcral (e.g., BSim Pharmaceuticals, Coimbra Genomics), à crescente concentração de empresas de base biotecnológica e biomédica no eixo Coimbra-Cantanhede (40% das empresas de biotecnologia nacionais estão representadas no Biocant Park), e à proliferação de dados biológicos complexos gerados pela disseminação de metodologias ómicas e de imagiologia.

=> A distinção de Coimbra pela União Europeia com a classificação de cidade e região referência para o Envelhecimento Ativo e Saudável abriu oportunidades de melhoria e de financiamento para o cluster da saúde em Coimbra, que empregará um número crescente de profissionais em Biologia Computacional.

12.3. Opportunities:

=> The scarcity of human resources in Computational Biology is widely recognized as a limiting factor in the activities of research groups and biotechnology and biomedicine-based companies at regional and national level.

=> Predictable increase in employability due to the emergence of companies where Computational Biology plays a key role (eg, BSim Pharmaceuticals, Coimbra Genomics), to the growing concentration of biotechnology and biomedical companies in the Coimbra-Cantanhede axis (40% of the national biotechnology companies are represented in Biocant Park), and to the proliferation of complex biological data generated by the dissemination of omics and imaging methodologies.

=> The European Union's distinction of Coimbra with the classification of city and reference region for Active and Healthy Aging opened opportunities for improvement and funding for the health cluster in Coimbra, which will employ an increasing number of professionals in Computational Biology.

12.4. Constrangimentos:

=> Criação de cursos semelhantes noutras instituições de ensino superior.

=> Aumento da atratividade relativa das universidades localizadas nas zonas metropolitanas de Lisboa e Porto.

=> Redução da taxa de natalidade em Portugal e na Região Centro com impacto na redução da procura do ensino superior.

=> Envelhecimento do corpo docente da Universidade de Coimbra, com idade média acima de 50 anos.

12.4. Threats:

=> Creation of similar programs in other universities.

=> Increasing attractivity of universities located in the metropolitan areas of Lisbon and Porto.

=> Decrease of the birth rate in Portugal and, in particular, in the Center Region, resulting in a lower number of students seeking admission at the universities.

=> Ageing of academic staff of the University of Coimbra, with average age above 50 years.

12.5. Conclusões:

A análise SWOT identifica um conjunto de oportunidades que justificam claramente a criação do Mestrado em Biologia Computacional (MBC).

Uma recente vaga de contratações de jovens docentes (incluindo 3 docentes no último ano com trabalho de investigação relevante em Biologia Computacional) veio rejuvenescer o corpo docente da Universidade de Coimbra. A multidisciplinaridade e a excelência do corpo docente permite criar um MBC que conferirá uma formação muito abrangente em Biologia Computacional, sem descurar áreas particularmente fortes como a modelação de sistemas biomoleculares e fisiológicos e a análise de dados biológicos. Estes são factores diferenciadores relativamente a cursos semelhantes noutras Universidades.

A capacidade de mobilização em torno de um projecto formativo de grande atratividade a nível nacional e internacional tem sido demonstrada pelo sucesso da Escola de Verão em Biologia Computacional, organizada pelo corpo docente atraindo candidaturas em grande número provenientes de todo o Mundo, com excelentes avaliações finais pelos participantes em edições anteriores.

Esta Escola de Verão despertou o interesse de vários laboratórios da UC em desenvolver projetos de Biologia experimental quantitativa em forte ligação com a Biologia Computacional. Esses laboratórios experimentais têm vindo a adquirir os equipamentos e competências necessárias para trabalho quantitativo e a estabelecer ligações com os grupos de Biologia Computacional. Espera-se assim um desenvolvimento acentuado da actividade nesta área na UC durante os próximos anos.

A Universidade de Coimbra dispõe também de recursos computacionais ímpares a nível nacional, incluindo um supercomputador de referência nacional.

A oportunidade do MBC resulta também da empregabilidade dos seus graduados. A crescente quantidade e complexidade dos dados gerados pela investigação dos sistemas biológicos bem como a complexidade destes sistemas, tem trazido a Biologia Computacional para o centro dos mais prometedores desenvolvimentos tanto em investigação fundamental como em biomedicina e biotecnologia. Este facto traduz-se numa procura crescente no futuro previsível por profissionais em Biologia Computacional tanto a nível nacional como internacional. A falta desses recursos humanos é já reconhecida como factor limitante do desenvolvimento científico e tecnológico a nível local. Nomeadamente, a grande concentração de centros de investigação e empresas nas áreas de biomedicina e biotecnologia, algumas das quais com modelos de negócio centrados na Biologia Computacional, no eixo Coimbra-Cantanhede asseguram uma grande empregabilidade.

Espera-se que no seu conjunto as vantagens acima discutidas superem as ameaças colocadas pela tendência demográfica negativa e pela maior atratividade geral das universidades localizadas nas zonas metropolitanas do Porto e de Lisboa.

12.5. Conclusions:

The SWOT analysis identifies a set of opportunities that clearly justify the creation of the Master in Computational Biology (MBC).

A recent wave of hiring young faculty (including 3 lecturers in the last year with relevant research work in Computational Biology) has rejuvenated the faculty of the University of Coimbra. The multidisciplinary and excellence of the faculty allows us to create a MBC that will provide a very comprehensive training in computational biology, without neglecting strong areas such as modelling of biomolecular and physiological systems or the analysis of biological data. These are differentiating factors when compared to similar courses in other Universities.

The ability to mobilize around a highly attractive training project at national and international level has been demonstrated by the success of the Summer School in Computational Biology, which is organised by the course faculty attracting large numbers of applicants from around the world, with excellent final evaluations by the participants in previous editions.

This Summer School has aroused the interest of several UC laboratories in developing quantitative experimental biology projects in close connection with Computational Biology. These experimental laboratories have been acquiring the equipment and skills needed for quantitative work and forging new links with Computational Biology groups in the university. Thus, a strong development of activity in this area at UC is expected over the next few years.

The University of Coimbra also has unrivaled national computational resources, including a national reference supercomputer.

The opportunity to constitute this master degree also results from the employability of its graduates. The increasing amount and complexity of data generated by biological systems research, as well as the complexity of these systems, has brought Computational Biology to the center of the most promising developments in both fundamental research and biomedicine and biotechnology. This translates into growing demand for the foreseeable future for professionals in computational biology at both national and international levels. The lack of such human resources is already recognised as a limiting factor for local scientific and technological development. In particular, the large concentration of research centres and companies in the areas of biomedicine and biotechnology, some of which with business models centred on Computational Biology, on the Coimbra-Cantanhede axis ensure a high level of employability.

Taken together, the advantages discussed above are expected to outweigh the threats posed by the negative demographic trend and the greater general attractiveness of universities located in the metropolitan areas of Porto and Lisbon.